

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
POSGRADO EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL

SOBRERRESISTENCIA EN
ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL

P R E S E N T A
ENRIQUE VALENZUELA TAPIA

DIRECTOR DE TESIS: **DR. DANNY ARROYO ESPINOZA**

MÉXICO, D. F., OCTUBRE DE 2009

CONTENIDO

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. <i>OBJETIVO GENERAL</i>	3
1.2.2. <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	3
1.3. ALCANCES	4
1.4. LIMITACIONES	4
1.5. ORGANIZACIÓN GENERAL	5
1.6. ANTECEDENTES	5
1.6.1. <i>MARCO NORMATIVO</i>	5
1.6.2. <i>RESISTENCIA A CORTE DE LA MAMPOSTERÍA</i>	6
1.7. SOBRERRESISTENCIA	7
CAPÍTULO 2 – DISEÑO CONFORME A LA REGLAMENTACIÓN VIGENTE	10
2.1 CONSIDERACIONES PREVIAS	10
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EDIFICIOS	11
2.2.1 <i>MATERIALES</i>	11
2.2.2 <i>GEOMETRÍA</i>	12
2.2.3 <i>ANÁLISIS DE CARGAS VERTICALES</i>	14
2.3 METODOLOGÍA DE DISEÑO	14
2.3.1 <i>MÉTODO DE LA COLUMNA ANCHA</i>	14
2.3.2 <i>MÉTODO SIMPLIFICADO</i>	19
2.4 DISEÑO ESTRUCTURAL	20
2.4.1. <i>EDIFICIOS DISEÑADOS MEDIANTE EL MÉTODO DE LA COLUMNA ANCHA</i>	20
2.4.2. <i>EDIFICIOS DISEÑADOS MEDIANTE EL MÉTODO SIMPLIFICADO</i>	52
2.5 OBSERVACIONES ADICIONALES	60
CAPÍTULO 3 – PROPIEDADES MECÁNICAS A NIVEL ELEMENTO	62
3.1. MODELOS ESFUERZO-DEFORMACIÓN	62
3.1.1 <i>MODELO ESFUERZO AXIAL - DEFORMACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA</i>	62

3.1.2	MODELO ESFUERZO-DEFORMACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO	63
3.2.	COMPORTAMIENTO A FLEXIÓN DE LA MAMPOSTERÍA	64
3.3.	COMPORTAMIENTO A CORTE DE LA MAMPOSTERÍA	65
3.3.1	CORTANTE DE AGRIETAMIENTO	66
3.3.2	CORTANTE MÁXIMO	66
3.3.3	INTERACCIÓN FLEXIÓN-CORTANTE	68
3.3.4	RIGIDEZ LATERAL ELÁSTICA DE MUROS DE MAMPOSTERÍA	70
3.3.5	DESPLAZAMIENTOS LATERALES ASOCIADOS A LA CURVA V-Δ	71
3.4.	PROPIEDADES A FLEXIÓN	74
3.5.	PROPIEDADES A CORTE	81

CAPÍTULO 4 – MODELOS NO LINEALES 86

4.1.	MODELOS DE ANÁLISIS NO LINEAL	86
4.2.	ANÁLISIS ESTÁTICOS NO LINEALES ANTE CARGA MONÓTONA CRECIENTE	88
4.2.1	EDIFICIOS EN ZONA DE LOMAS	88
4.2.2	EDIFICIOS EN ZONA DEL LAGO	128
4.2.3	MÉTODO SIMPLIFICADO	247
4.3.	SOBRERRESISTENCIA	283
4.3.1	EDIFICIOS EN ZONA DE LOMAS	284
4.3.2	EDIFICIOS EN ZONA DEL LAGO	285
4.3.3	MÉTODO SIMPLIFICADO	290
4.4.	DUCTILIDAD	291
4.4.1	EDIFICIOS EN ZONA DE LOMAS	292
4.4.2	EDIFICIOS EN ZONA DEL LAGO	293
4.4.3	MÉTODO SIMPLIFICADO	298

CAPÍTULO 5 – ANÁLISIS DE RESULTADOS 300

5.1.	SOBRERRESISTENCIA	301
5.2.	DUCTILIDAD	308

CAPÍTULO 6 – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 310

6.1.	CONCLUSIONES	310
6.2.	RECOMENDACIONES	311

BIBLIOGRAFÍA	I
APÉNDICE A – DIAGRAMAS DE INTERACCIÓN P - M	1
APÉNDICE B – DIAGRAMAS M - φ	1
APÉNDICE C – RESISTENCIAS A CORTE	1
APÉNDICE D – DISTORSIONES ÚLTIMAS	1

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Después del sismo de septiembre de 1985 en la Ciudad de México se realizaron diversas modificaciones al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y a sus Normas Técnicas Complementarias en un esfuerzo por diseñar y construir estructuras con un mejor comportamiento ante movimientos sísmicos. En la investigación de campo posterior a este evento se observó que, en términos generales, los edificios de mampostería se comportaron satisfactoriamente debido a que se trataba de edificios bajos, de 1 a 3 niveles (Susuki y Kiremidjian 1986).

Sin embargo, debido a cuestiones económicas en años recientes se ha incrementado en la Ciudad de México la construcción de edificios de muros de mampostería relativamente altos y cada vez más esbeltos, con plantas irregulares y alargadas, destinados en su mayoría a vivienda de interés medio. Ejemplos de estos edificios se muestran en las figuras 1.1 a 1.7. Estos edificios son generalmente diseñados mediante herramientas simplificadas concebidas para estructuras con características distintas.

Por otro lado, el Apéndice A de las NTC-S (2004) establece recomendaciones para el cálculo del factor de sobrerresistencia. Sin embargo, dichas recomendaciones son muy generales y no dependen del tipo de sistema estructural utilizado (en general, el factor de sobrerresistencia varía de 2.5 para estructuras de periodo corto a 2 para estructuras de periodo largo).

La sobrerresistencia en estructuras de mampostería puede ser muy diferente a lo estipulado en el Apéndice A ya que, por ejemplo, estudios experimentales recientes sugieren que la sobrerresistencia en estructuras de pocos niveles puede ser del orden de 8 (Arias 2005). Sin embargo, cuando la esbeltez de los muros aumenta (esto es, crece el número de niveles) la sobrerresistencia tiende a disminuir significativamente. En estructuras de pocos niveles el comportamiento de los muros es fundamentalmente en corte; sin embargo, al aumentar la esbeltez se presenta una interacción entre el comportamiento a corte y el comportamiento a flexión, pudiendo provocarse la disminución de la sobrerresistencia aún por debajo del valor mínimo establecido en las normas de diseño.



Figura 1.1 - Edificio sobre Av. Cuauhtémoc, Col. Portales, Del. Benito Juárez, Ciudad de México



Figura 1.2 - Edificio sobre Av. División del Norte, Col. Del Valle, Del. Benito Juárez, Ciudad de México



Figura 1.3 - Edificio sobre Av. Cuauhtémoc, Col. Portales, Del. Benito Juárez, Ciudad de México



Figura 1.4 - Edificio sobre Av. Gabriel Mancera, Col. Del Valle, Del. Benito Juárez, Ciudad de México



Figura 1.5 - Edificio sobre Calle Nebraska, Col. Nápoles, Del. Benito Juárez, Ciudad de México



Figura 1.6 - Edificio sobre Av. Montevideo, Col. Lindavista, Del. Gustavo A. Madero, Ciudad de México



Figura 1.7 - Edificio sobre Av. División del Norte, Col. Del Valle, Del. Benito Juárez, Ciudad de México

Otro aspecto que suscita preocupación es la sospecha de que en la práctica profesional, los ingenieros estructurales utilicen el Método Simplificado de Análisis contenido en las NTC-S (2004) para realizar el diseño sísmico de edificios de muros de mampostería los cuales, a pesar de que debido sus características geométricas (altura y esbeltez), no cumplan con las limitaciones establecidas para el empleo de dicho Método.

Por lo anterior, es necesario investigar si las especificaciones contenidas en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, particularmente las destinadas al cálculo del factor de sobrerresistencia, son adecuadas para diseñar y construir edificios de muros de mampostería relativamente altos en la Ciudad de México. Además, se busca hacer notar las implicaciones que tendría en el comportamiento sísmico de edificios altos el uso de muros de mampostería y, en su caso, plantear la necesidad de estudios futuros que permitan desarrollar herramientas para el diseño racional de este tipo de sistema estructural.

Así, se llevó a cabo el diseño de edificios de muros de mampostería de varios niveles, con estricto apego a la reglamentación vigente en el Distrito Federal para, posteriormente, efectuar una serie de análisis estáticos no lineales ante carga monótona creciente, con la finalidad de estimar el factor de sobrerresistencia de estos edificios.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la esbeltez de muros de mampostería en el factor de sobrerresistencia.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcanzar el objetivo general del presente trabajo, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- 1. Diseñar edificios de mampostería de varios niveles conforme a la normatividad vigente.*
- 2. Definir un modelo de comportamiento no lineal a nivel elemento para muros de mampostería que considere la interacción flexión-cortante.*
- 3. Realizar modelos de análisis no lineal de edificios de mampostería de varios pisos sujetos a carga monotónicamente creciente.*
- 4. Estudiar el comportamiento mecánico de los edificios considerados en cuanto a sobrerresistencia, capacidad de deformación y mecanismos de falla.*

1.3. ALCANCES

El presente trabajo se enfoca en el diseño estructural, de acuerdo al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias en su versión vigente a la fecha de elaboración (2004), y la posterior evaluación mediante análisis no lineales de edificios de mampostería confinada, particularmente de tabique rojo recocido, material de uso muy común en la Ciudad de México, con o sin refuerzo horizontal, pero sin refuerzo vertical interior.

El desempeño de las estructuras diseñadas será evaluado mediante curvas de capacidad de cortante basal vs. desplazamiento de azotea, obtenidas de análisis estáticos no lineales ante carga monótona creciente.

Para estos análisis, se ha considerado que el daño de los muros por efecto de fuerza cortante puede ocurrir en cualquiera de los niveles de un edificio dado, mientras que el daño a flexión solamente podrá ocurrir en la base de los muros de la planta baja; por lo tanto, en los modelos para análisis no lineal serán incluidas articulaciones plásticas por corte a media altura en todos los muros de cada edificio, mientras que se incluirán articulaciones plásticas a momento únicamente en la base de los muros de la planta baja.

1.4. LIMITACIONES

Debido a que el interés del presente trabajo es evaluar el desempeño de algunas estructuras mediante análisis estáticos no lineales, para así determinar cuál es el efecto que tiene la esbeltez de los muros de mampostería sobre el factor de sobrerresistencia, el diseño de las estructuras (presentado en el Capítulo 2) se limita al diseño estructural de los muros de mampostería, dejando de lado el diseño del sistema de piso pero haciendo la suposición de que sus características serán tales que se comportará como un diafragma rígido ante los desplazamientos laterales.

Aún cuando se reconoce que la interacción suelo-estructura tiene influencia en el desempeño estructural, en el presente trabajo se ha dejado de lado el diseño estructural de la cimentación y los edificios han sido modelados con una base rígida, haciendo la suposición de que la cimentación es, en efecto, suficientemente rígida. Asimismo, ha sido despreciada la interacción suelo-estructura en los cálculos de los espectros de diseño.

En lo que respecta a los materiales, en este trabajo se analizan únicamente edificios de mampostería confinada, a base de tabique rojo recocido, con o sin refuerzo horizontal. Esto ha implicado no considerar ningún otro tipo de material (v. g., tabique multi-perforado, tabicón, block de concreto, etc.) ni muros con refuerzo vertical interior.

Los análisis no lineales llevados a cabo en este trabajo no consideran efectos de torsión, debido a que se han empleado modelos planos para ellos. Por otra parte, siendo que se han realizado

análisis estáticos no lineales ante carga monótona creciente con un patrón de cargas laterales correspondiente al primer modo fundamental de las estructuras, no se consideran entonces los efectos de modos superiores en la respuesta de la estructura. Sin embargo, para el tipo de estructuras analizadas esto no es una limitación importante debido a que estas responden principalmente en el primer modo de vibración.

1.5. ORGANIZACIÓN GENERAL

Esta tesis ha sido organizada en seis capítulos:

- En el *Capítulo 1*, intitulado *“Introducción”*, se describe la motivación para realizar este trabajo, se establecen sus objetivos y se indican sus alcances y limitaciones; además, se define el concepto de *sobrerresistencia*.
- En el *CAPÍTULO 2*, intitulado *“DISEÑO CONFORME A LA REGLAMENTACIÓN VIGENTE”*, se describe de manera general la metodología utilizada para llevar a cabo el diseño estructural de los edificios de muros de mampostería; además, se presentan los diseños estructurales realizados para los distintos edificios analizados en el presente trabajo.
- En el *CAPÍTULO 3*, intitulado *“PROPIEDADES A NIVEL ELEMENTO”*, se presentan los modelos analíticos utilizados para describir el comportamiento de la mampostería a flexión y a corte; se presenta también la metodología para el cálculo de las propiedades no lineales a nivel elemento de los muros de mampostería.
- En el *CAPÍTULO 4*, intitulado *“MODELOS NO LINEALES”*, se presenta la metodología para el análisis estático no lineal ante carga monótona creciente; se presentan también los modelos de análisis utilizados, las curvas de capacidad obtenidas y el cálculo de las sobrerresistencias y ductilidades de desplazamiento.
- En el *CAPÍTULO 5*, intitulado *“ANÁLISIS DE RESULTADOS”*, se analizan los resultados de los análisis estáticos no lineales y se discuten las diferencias encontradas respecto a lo indicado en el código de diseño.
- En el *CAPÍTULO 6*, intitulado *“CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”*, se presentan las conclusiones derivadas del presente trabajo de tesis, así como algunas recomendaciones relativas a los aspectos que aún restan por estudiar para el análisis y diseño de edificios de muros de mampostería.

1.6. ANTECEDENTES

1.6.1. MARCO NORMATIVO

En la Ciudad de México, el diseño de estructuras de mampostería está regulado por las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (2004) y que en lo sucesivo se nombrarán NTC-M. Estas Normas establecen que la determinación de los

elementos mecánicos internos en los muros de mampostería se hará por medio de un análisis elástico de primer orden en el que deberá considerarse que la mampostería no resiste esfuerzos de tensión normales a las juntas de las piezas.

Es muy importante destacar que las hipótesis de las NTC-M para la determinación de la resistencia a flexión de los muros de mampostería son similares a las utilizadas en los criterios de resistencia a flexocompresión especificados para el concreto reforzado en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (2004) y que en lo sucesivo se nombrarán NTC-C. Estas hipótesis son las siguientes:

1. La mampostería se comporta como un material homogéneo.
2. La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana.
3. Los esfuerzos de tensión son resistidos por el acero de refuerzo únicamente.
4. Existe adherencia perfecta entre el acero de refuerzo vertical y el concreto o mortero de relleno que lo rodea.
5. La sección falla cuando se alcanza, en la mampostería, la deformación unitaria máxima a compresión que se tomará igual a 0.003.
6. A menos que ensayos de pilas permitan obtener una mejor determinación de la curva esfuerzo-deformación de la mampostería, ésta se supondrá lineal hasta la falla.

Estas hipótesis permiten calcular la relación momento-curvatura para un muro de mampostería de manera similar que para un elemento de concreto reforzado. En el presente trabajo, estas relaciones se utilizan para determinar las propiedades no lineales a flexión de los muros de mampostería, las cuales fueron incluidas en los análisis no lineales.

En cuanto al análisis sísmico, en la Ciudad de México las estructuras deben analizarse de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (2004) y que en lo sucesivo se nombrarán NTC-S. Las cargas y demás acciones se sujetan a lo estipulado en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones (2004) y que en lo sucesivo se nombrarán NTC-A.

1.6.2. RESISTENCIA A CORTE DE LA MAMPOSTERÍA

Debido a la complejidad del mecanismo mediante el cual la mampostería resiste esfuerzos cortantes, existen varios modelos que tratan de representar el comportamiento a corte de la mampostería. Sin embargo, aún no se ha podido desarrollar un modelo que describa adecuadamente el comportamiento a corte de los muros de mampostería bajo cualquier condición y los modelos existentes presentan una gran dispersión en los resultados. Para el presente trabajo, se estudiaron diversos modelos que describen el comportamiento a corte de la mampostería, a saber:

-
1. Shing *et al.* (1990), quienes presentan una ecuación obtenida mediante regresión lineal de datos experimentales obtenidos de 22 pruebas realizadas por ellos mismos.
 2. Matsumura (1998), quien presenta también una ecuación obtenida mediante regresión lineal de datos experimentales, tanto propios como de otros investigadores en Japón.
 3. Anderson y Priestley (1992), quienes desarrollaron una ecuación bastante simplificada a partir de los datos experimentales de Sveinsson et al. (1985), Matsumura (1998) y Shing *et al.* (1990), la cual toma en cuenta la degradación de resistencia a corte de los muros de mampostería sujetos a cargas cíclicas mediante un factor de ductilidad k .
 4. NEHRP (1997), ecuación establecida por el National Earthquake Hazards Reduction Program de Estados Unidos, muy similar a la ecuación de Anderson y Priestley (1992), pero que además toma en cuenta la relación de aspecto de los muros de mampostería.
 5. Voon e Ingham (2007), quienes proponen una ecuación para el código neozelandés, y la cual toma en cuenta gran cantidad de parámetros de manera transparente.

Un antecedente directo del presente trabajo es el desarrollado por Zúñiga Cuevas (2005), siendo la innovación fundamental la incorporación de la interacción flexión-cortante en el modelo utilizado para describir el comportamiento de la mampostería, con la finalidad de aplicarlo a edificios esbeltos.

1.7. SOBRERRESISTENCIA

En el ámbito del diseño sismo-resistente, el término sobrerresistencia se refiere a la relación entre la resistencia de diseño de una estructura y una estimación de su resistencia última. La sobrerresistencia puede considerarse, de manera conceptual, como la reserva de resistencia que posee una estructura para resistir las demandas impuestas por una acción extraordinaria.

La filosofía actual del diseño sismorresistente tiene como premisa que una estructura no debe colapsar ante un sismo severo. Sin embargo, debido a los altos costos implicados en la construcción, resultaría anti-económico diseñar a las estructuras para permanecer elásticas ante una acción severa, por lo que se diseñan para resistir fuerzas de inercia menores. Lo anterior implica admitir que las estructuras sufran un cierto grado de daño en sus elementos, tanto estructurales como no estructurales.

La normatividad vigente en la Ciudad de México (Gobierno del Distrito Federal 2004), establece que esta reducción en las fuerzas de inercia se efectúa considerando dos rubros:

1. La capacidad de deformación de la estructura dentro de su intervalo de comportamiento no lineal, mediante lo que el Apéndice A de las NTC-S denomina Factor de Ductilidad Q' , el cual depende del Factor de Comportamiento Sísmico Q .
2. La resistencia adicional que posee la estructura ante cargas laterales, mediante lo que el Apéndice A de las NTC-S denomina Factor de Sobrerresistencia R , el cual depende del

periodo fundamental de la estructura y del periodo característico del espectro de diseño para el que se inicia la meseta de igual aceleración (T_a); este factor está definido por la ecuación (1.1), estableciendo para R un límite inferior en 2.0 y un límite superior en 2.5:

$$R = \begin{cases} \frac{10}{4 + \sqrt{\frac{T}{T_a}}} & \text{si } T \leq T_a \\ 2 & T > T_a \end{cases} \quad (1.1)$$

La sobrerresistencia de las estructuras ha sido ampliamente estudiada, evidenciando que su resistencia última ante cargas laterales es varias veces mayor que la resistencia para la que fueron diseñadas (Terán y Espinosa 2008). Existen diversos factores que contribuyen a la sobrerresistencia, entre los cuales pueden distinguirse los siguientes:

1. A Nivel Material:
 - 1.1. Uso de factores de resistencia, los cuales disminuyen la resistencia nominal de los materiales.
 - 1.2. La resistencia nominal de los materiales es inferior a su resistencia real; además, no se considera el fenómeno de endurecimiento por deformación, el cual tiene un efecto importante particularmente en el comportamiento y la resistencia última del acero de refuerzo.
2. A Nivel Elemento:
 - 2.1. Las dimensiones de los elementos estructurales son mayores a las estrictamente requeridas por resistencia, además de que estas dimensiones se uniformizan en los “elementos tipo”; en el caso de los muros de mampostería, el espesor de los mismos está limitado por las dimensiones de las piezas.
 - 2.2. Las cuantías del acero de refuerzo son mayores a las que se requieren estrictamente por resistencia, debido a que se utilizan barras con diámetros comerciales y a los requisitos mínimos de refuerzo.
3. A Nivel Global:
 - 3.1. El uso de factores de carga, los cuales incrementan la magnitud de las acciones de diseño.
 - 3.2. El diseño estructural puede no estar dominado por las condiciones sísmicas, particularmente en el caso de estructuras bajas y robustas, en donde las cargas gravitacionales rigen el diseño, o bien, en estructuras altas, en donde el criterio dominante es la limitación de las deformaciones o el peso propio.
 - 3.3. En algunos casos, los elementos considerados como no estructurales pueden tener en realidad un cierto nivel de contribución a la resistencia de la estructura.
 - 3.4. La redundancia estructural, ya que conforme aumenta el grado de hiperestaticidad de una estructura, generalmente aumenta su sobrerresistencia debido a la posibilidad de

que ocurra una redistribución de fuerzas internas. Sin embargo, no siempre el aumento de resistencia es significativo.

En el presente trabajo, la sobrerresistencia ante cargas laterales de los edificios estudiados se calcula mediante la ecuación (1.2):

$$R = \frac{V_u}{V_d} \quad (1.2)$$

En donde R es la sobrerresistencia de la estructura ante cargas laterales, V_u es el cortante basal último que resiste la estructura obtenido mediante un análisis estático no lineal ante carga monótona creciente y V_d es el cortante basal de diseño.

CAPÍTULO 2

DISEÑO CONFORME A LA REGLAMENTACIÓN VIGENTE

2.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

En este capítulo, se presenta el diseño estructural de varios edificios de muros de mampostería confinada, llevados a cabo en apego a la normatividad vigente, en este caso las NTC-M (2004). Se eligió una planta estructural tipo similar a la que se usa actualmente en edificios de vivienda.

Se diseñaron varios edificios ubicados en diferentes zonas sísmicas de la Ciudad de México variando la altura de dichos edificios mediante la adición progresiva de niveles, comenzando en un nivel para terminar en siete niveles. En la tabla 2.1 se muestra la ubicación, el número de niveles y el método de análisis considerados para el diseño de cada edificio estudiado.

Tabla 2.1 - Edificios estudiados

Edificio	Ubicación	Número de Niveles	Método de Análisis
1	zona de lomas	4	columna ancha
2	zona de lomas	6	columna ancha
3	zona del lago	1	columna ancha
4	zona del lago	2	columna ancha
5	zona del lago	3	columna ancha
6	zona del lago	4	columna ancha
7	zona del lago	5	columna ancha
8	zona del lago	6	columna ancha
9	zona del lago	7	columna ancha
10	zona del lago	4	método simplificado
11	zona del lago	6	método simplificado

Como puede observarse en la tabla 2.1, en algunos casos se utilizó el método simplificado de análisis de las NTC-S (2004). Aunque en dichos casos no se cumple con las limitaciones establecidas para el uso del método simplificado, se decidió diseñarlos conforme al mismo para evaluar las implicaciones de esta práctica.

Cabe señalar que uno de los criterios de diseño fue optimizar las secciones transversales de los muros de mampostería. En aquellos muros en donde el análisis estructural lo indicó necesario, se utilizaron espesores de muros en múltiplos de las dimensiones de los tabiques de barro comerciales, mas no en el resto de los muros del mismo nivel. De igual manera, se intentó optimizar de manera razonable el refuerzo horizontal de los muros; por lo tanto, se utilizó el mismo diámetro de las barras de acero de refuerzo para todos los muros de un mismo nivel, pudiendo variar entre niveles de un mismo edificio.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EDIFICIOS

El diseño de los edificios se realizó considerando un sistema estructural típico de muros de mampostería confinada de piezas de tabique de barro recocido, con el confinamiento proporcionado por castillos y dalas de concreto que cumplen con lo dispuesto en el Capítulo 5 de las NTC-M (2004).

2.2.1 MATERIALES

2.2.1.1 MAMPOSTERÍA

La mampostería considerada para el análisis y diseño estructural está formada por piezas de tabique de barro recocido con dimensiones nominales de 7 cm x 14 cm x 28 cm. El mortero para pegar las piezas cumple con todas las características del Mortero Tipo I, según lo indicado en la Sección 2.5.2 de las NTC-M (2004).

Conforme a las secciones 2.8.1.3 y 2.8.2.2 de las NTC-M (2004), se establecieron las magnitudes de las resistencias de diseño a la compresión (f_m^*) y a la compresión diagonal de la mampostería (v_m^*) iguales a 15 kg/cm^2 y 15 kg/cm^2 , respectivamente.

El módulo de elasticidad de la mampostería (E_m) se consideró igual a $600f_m^*$ conforme a la Sección 2.8.5.2 de las NTC-M (2004). En cuanto al módulo de cortante (G_m), se consideró igual a $0.4E_m$ siguiendo lo indicado en la sección 2.8.6.2 de las NTC-M (2004).

2.2.1.2 CONCRETO

El concreto utilizado en castillos, dalas y losas será Tipo I, cumplirá con todas las especificaciones de la Sección 1.5.1 de las NTC-C, y contará con una resistencia a la compresión (f_c') igual a 250 kg/cm^2 y un módulo de elasticidad (E_c) igual a $14,000\sqrt{f_c'}$.

excentricidad estática es de 2.382 cm conforme a las recomendaciones de las NTC-M (2004), lo cual permite suponer que los efectos de torsión por asimetrías en la rigidez serán de poca importancia.

De acuerdo a los datos mostrados en la Tablas 2.1 y 2.2, se encuentra que el área total en planta de muros es de 80,010 cm², de esta superficie el área total de muros es de 7.9%, mientras que el área de muros en dirección longitudinal es de 3.4% y de 4.5% en dirección transversal.

Tabla 2.2 - Propiedades geométricas de muros orientados en la dirección longitudinal

Muro	Longitud [cm]	Rel. de Aspecto H/L	Área Tributaria [cm ²]
A-1	360.0	0.83	20360
A-2	177.5	1.69	17678
A-3	60.0	5.00	494
A-4	177.5	1.69	17678
A-5	360.0	0.83	20360
B-1	172.5	1.74	45000
B-2	172.5	1.74	45000
C-1	345.0	0.87	20769
C-2	142.5	2.11	35339
C-3	142.5	2.11	35339
C-4	345.0	0.87	20769

Tabla 2.3 - Propiedades geométricas de muros orientados en la dirección transversal

Muro	Longitud [cm]	Rel. de Aspecto H/L	Área Tributaria [cm ²]
1-1	190.0	1.58	21,380
1-2	135.0	2.22	12,100
1-3	190.0	1.58	21,380
2-1	275.0	1.09	57,552
2-2	275.0	1.09	79,342
3-1	275.0	1.09	43,471
4-1	580.0	0.52	183,642
5-1	275.0	1.09	43,471
6-1	275.0	1.09	57,552
6-2	275.0	1.09	79,342
7-1	190.0	1.58	21,380
7-2	135.0	2.22	12,100
7-3	190.0	1.58	21,380

2.2.3 ANÁLISIS DE CARGAS VERTICALES

Por simplicidad, se estimó que la magnitud de las cargas verticales que actuarían sobre la estructura, sin factorizar, es de 0.80 Ton/m^2 . Si a esta carga total se le sustrae la magnitud de carga viva máxima indicada en las NTC-A (2004), restarían 630 kg/m^2 para acomodar la carga muerta actuante sobre la estructura.

2.3 METODOLOGÍA DE DISEÑO

2.3.1 MÉTODO DE LA COLUMNA ANCHA

En esta sección, se describe ampliamente la metodología seguida para llevar a cabo el análisis y diseño estructural de los 9 edificios considerados, utilizando el método de la columna ancha. Este método consiste en idealizar a los muros de mampostería como columnas en las cuales se concentran las propiedades a flexión y corte de dichos muros (Bazán y Meli 2001). Esto se lleva a cabo mediante el empleo de elementos tipo viga-columna en programas de análisis estructural (Tena 2007).

El proceso de análisis y diseño empleado en el presente trabajo abarca las consideraciones de diseño, el modelado para análisis estructural, el diseño por carga vertical, el diseño por carga lateral y la revisión de distorsiones de entrepiso. A continuación se describen las diferentes etapas del proceso:

1. El factor de comportamiento sísmico será $Q = 2$, de acuerdo a lo que se indica en el Capítulo 5 de las NTC-S (2004).
2. Dependiendo de la zona en donde se ubique el edificio, se determina el espectro para diseño sísmico que deberá ser empleado, siguiendo lo indicado en la Sección A.3 del Apéndice A de las NTC-S (2004). En el presente trabajo se consideró un valor de periodo dominante del terreno (T_g) igual a 0.5 segundos si la estructura se encuentra ubicada en la zona de lomas y de 1.5 segundos si se encuentra localizada en la zona del lago. Los espectros considerados para el análisis se muestran en la figura 2.2, donde a es $0.077 g$ para la zona de lomas y $0.249 g$ para la zona del lago. Para el caso de las estructuras diseñadas con el método simplificado de análisis se considero que estaban ubicadas en la zona III.
3. A partir de la planta tipo mostrada en la figura 2.1 y de los datos incluidos en las tablas 2.2 y 2.3, se establece la posición de los centroides de cada uno de los muros, respecto a dicha planta, tomando como origen la intersección del Eje 1 con el Eje C. En la tabla 2.4 se presentan las coordenadas de los centroides de los muros orientados en la dirección

longitudinal y en la tabla 2.5 se presentan las coordenadas de los muros orientados en la dirección transversal.

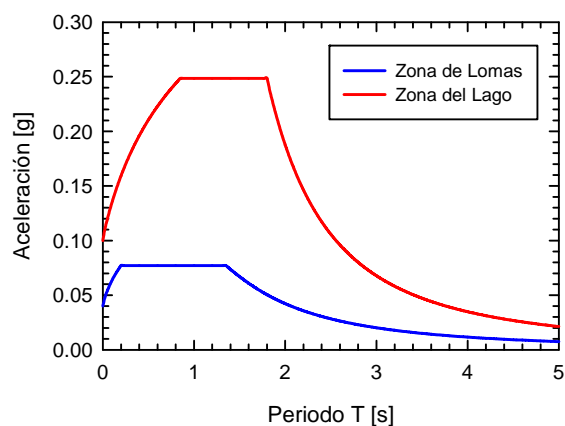


Figura 2.2 - Espectros de Diseño

Tabla 2.4 - Coordenadas de centroides de muros orientados en dirección longitudinal

Muro	Coord. X [cm]	Coord. Y [cm]
A-1	180	700
A-2	505	700
A-3	720	700
A-4	935	700
A-5	1260	700
B-1	82.5	350
B-2	1357.5	350
C-1	172.5	0.00
C-2	573.75	0.00
C-3	866.25	0.00
C-4	1267.5	0.00

Tabla 2.5 - Coordenadas de centroides de muros orientados en dirección transversal

Muro	Coord. X [cm]	Coord. Y [cm]
1-1	0.00	606
1-2	0.00	350
1-3	0.00	95
2-1	300	562.5
2-2	300	137.5
3-1	420	562.5
4-1	720	410
5-1	1020	562.5
6-1	1140	562.5
6-2	1140	137.5
7-1	1440	606
7-2	1440	350
7-3	1440	95

- Se elabora un modelo de análisis estructural tridimensional de la estructura, idealizándola como un sistema de marcos formado por columnas y trabes. Las columnas se modelan mediante elementos barra con las propiedades geométricas de cada uno de los muros (altura, longitud y espesor), mientras que las vigas se usan para modelar el sistema de piso conforme el ancho recomendado en las NTC-M (2004).

5. Se calculan dos parámetros para realizar un análisis dinámico del modelo estructural:
 - a. La masa traslacional del i-ésimo nivel se calcula mediante la siguiente expresión:

$$m_{Ti} = \frac{W_i}{g} bl \quad (2.1)$$

donde W_i es el peso del i-ésimo nivel, g es la aceleración gravitacional y b y l son las dimensiones de la planta estructural. Siendo que todas las plantas estructurales tienen las mismas dimensiones y que, por simplicidad, se considera que el peso de todos los niveles es el mismo, la masa traslacional (m_T) se tomará en todos los niveles de todos los edificios igual a $8.22 \text{ Ton} \cdot \text{s}^2/\text{m}$.

- b. La masa rotacional no es más que el momento de inercia de masa; siendo que la losa es una placa rectangular delgada, la masa rotacional del i-ésimo nivel estará dada por la siguiente expresión:

$$m_{Ri} = m_{Ti} \frac{b^2 + l^2}{12} \quad (2.2)$$

donde m_{Ti} es la masa traslacional del i-ésimo nivel y b y l son las dimensiones la planta estructural. Por la misma razón expuesta en el inciso anterior, la masa rotacional se tomó en todos los niveles de todos los edificios igual a $175.611 \text{ Ton} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2$.

- c. Estos dos parámetros se incluyeron en el modelo de análisis estructural, asignándolos, nivel por nivel, a un “nodo maestro” ubicado en cada centro de masa.
6. Mediante un análisis dinámico de la estructura, se obtienen sus periodos fundamentales de vibración en cada una de sus direcciones ortogonales, T_x y T_y .
7. Se calculan el factor de sobrerresistencia y el factor de reducción por ductilidad, según lo dispuesto en la Sección A.3 del Apéndice A de las NTC-S (2004).
8. Con los periodos T_x y T_y se calculan las ordenadas espectrales que corresponden al edificio en cada dirección ortogonal y se les divide entre los factores Q' y R , para determinar las ordenadas espectrales estáticas que corresponden a la estructura, c_{yx} y c_{yy} , y se calcula el cortante basal estático para cada dirección mediante la siguiente ecuación:

$$V_{best} = c_y W_T$$

donde W_T es el peso total de la estructura. Debido a la regularidad en masas considerada en la estructura, puede calcularse el cortante basal estático con la siguiente expresión:

$$V_{best} = c_y N \cdot W_i bl$$

En donde N es el número de niveles de la estructura, W_i es el peso por nivel y b y l son las dimensiones de la planta.

9. Se realiza un análisis modal espectral de la estructura, utilizando el espectro de calculado de acuerdo a lo establecido previamente en el paso 2, se obtienen los cortantes sísmicos en cada uno de los elementos que representan a los muros y se obtiene el cortante basal dinámico en cada dirección ($V_{b\,din}$). Dicho cortante se compara con el cortante basal estático, verificando que se cumpla la siguiente condición para cada dirección de análisis:

$$\sum V_{b\,din} \geq 0.8 V_{b\,est} \quad (2.3)$$

10. Se calcula la carga axial que actúa en cada uno de los muros de la estructura. Nuevamente, debido a la regularidad en masas de la estructura, se puede determinar la carga axial que actúa sobre cada uno de los muros mediante la siguiente expresión:

$$P_j = A_{trj} W_i (N - i + 1) \quad (2.4)$$

donde P_j es la carga axial que actúa sobre el j-ésimo muro, A_{trj} es el área tributaria del j-ésimo muro, y W_i y N ya se definieron anteriormente.

11. Se realiza una revisión ante carga vertical, calculando la carga axial resistente de cada uno de los muros de la estructura y se compara con su carga axial actuante.
- a. Considerando que todos los muros cumplen con lo indicado en la Sección 3.2.2.4 de las NTC-M (2004), para cada uno de los muros que conforman a la estructura el factor F_E se calcula mediante la siguiente expresión:

$$F_{Ej} = \left(1 - \frac{2e'_j}{t_j}\right) \left[1 - \left(\frac{k_j H}{30t_j}\right)^2\right] \left(1 - \frac{H}{L'_j}\right) + \frac{H}{L'_j} \leq 0.9 \quad (2.5)$$

donde para el j-ésimo muro, F_{Ej} es el factor de excentricidad, e'_j es la excentricidad calculada según la Sección 3.2.2.3 de las NTC-M (2004), t_j es el espesor del muro, k_j es el factor de altura efectiva según la Sección 3.2.2.3 de las NTC-M (2004), H es la altura de entrepiso y L'_j es la separación entre elementos que rigidizan transversalmente al muro.

- b. La resistencia ante cargas verticales de los muros, de acuerdo a la Sección 5.3.1 de las NTC-M (2004) se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P_R = F_R F_E \left(f_m^* A_T + \sum A_s f_y \right) \quad (2.6)$$

donde A_T es el área total del muro, A_s es el área de acero del refuerzo longitudinal de los castillos y f_y es su respectivo esfuerzo de fluencia, de tal manera que el término $\sum A_s f_y$ representa la contribución a carga axial del acero de refuerzo de los castillos.

- c. Así, para considerar que un muro cuenta con una capacidad satisfactoria ante carga axial, debe cumplir con la siguiente restricción:

$$1.4 P_j < P_{Rj} \quad (2.7)$$

12. Se obtienen las fuerzas sísmicas que actúan en cada nivel en cada dirección, S_x y S_y . Estas fuerzas son aplicadas al modelo de análisis estructural considerando la excentricidad accidental del 10% de las dimensiones en planta según lo indicado en la Sección 9.1 de las NTC-S (2004). Se realiza el análisis estructural y se obtienen los elementos mecánicos en cada muro de la estructura para las cuatro combinaciones que se indican a continuación, siendo suficientes al considerar la simetría de la estructura.

$$C_1 = S_x + 0.3S_y \quad (2.8)$$

$$C_2 = S_x - 0.3S_y \quad (2.9)$$

$$C_3 = 0.3S_x + S_y \quad (2.10)$$

$$C_4 = -0.3S_x + S_y \quad (2.11)$$

13. Se calculan las distorsiones de entrepiso y se verifica que no excedan los límites establecidos en el Apéndice A de las NTC-S (2004). Para los muros de mampostería confinada la distorsión máxima debe ser menor o igual a 0.004 si no existe refuerzo horizontal en los muros e igual a 0.005 en caso de existir este refuerzo.
14. Se evalúa la resistencia a corte de cada uno de los muros, de la siguiente manera:
- Del modelo de análisis estructural, se obtiene la fuerza cortante que actúa en cada uno de los muros, V_j , y a partir de la misma se obtiene la fuerza cortante última en el j -ésimo muro.

$$V_{uj} = 1.1V_j \quad (2.12)$$

- Se determina la carga axial total que actúa en cada muro bajo la combinación de carga vertical y cargas laterales más desfavorables. Para los muros orientados en la dirección longitudinal las combinaciones más desfavorables son las combinaciones definidas en las ecuaciones 2.8 y 2.9, mientras que para la dirección transversal las condiciones más desfavorables son producidas por las combinaciones definidas en las ecuaciones 2.10 y 2.11.
- Se determina la fuerza cortante resistente de cada uno de los muros conforme a las recomendaciones de las NTC-M (2004).
 - En caso de que el j -ésimo muro no cuente con refuerzo adicional por corte, de acuerdo a lo indicado en la Sección 5.4.2 de las NTC-M, la fuerza cortante resistente por la mampostería está dada por la siguiente expresión:

$$V_{mRj} = F_R (0.5v_m^* A_{Tj} + 0.3P_{Tj}) \leq 1.5F_R v_m^* A_{Tj} \quad (2.13)$$

donde $F_R = 0.7$.

- ii. En caso de que el j -ésimo muro cuente con refuerzo adicional por corte, la contribución del refuerzo a la resistencia a corte se estima conforme a:

$$V_{sR} = F_R \eta \rho_h f_{yh} A_T \quad (2.14)$$

donde $F_R = 0.7$, η es el factor de eficiencia del refuerzo horizontal, ρ_h es la cuantía del refuerzo horizontal, f_{yh} es el esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo horizontal y A_T es el área del muro. El factor de eficiencia η se determina conforme a las recomendaciones de las NTC-M (2004). Se debe verificar que la resistencia a corte total del muro sea menor al término del lado derecho de la ecuación (2.13).

- d. Así, para considerar que el j -ésimo muro cuenta con una capacidad satisfactoria ante fuerza cortante, debe cumplir con:

$$V_{uj} < V_{mRj} \quad (2.15)$$

15. A partir del análisis estructural, se determinan las magnitudes de los momentos flexionantes que actúan sobre cada uno de los muros, debidos a las dos combinaciones de carga más desfavorables conforme a lo discutido en el punto 14.
16. Conforme a las hipótesis establecidas en las NTC-M (2004) se obtiene el diagrama de interacción Carga Axial – Momento Flexionante (diagrama P-M) para cada uno de los muros, de acuerdo a su geometría y al refuerzo vertical presente en sus castillos extremos y se verifica que el par ordenado (P_u, M_u) se encuentre dentro de la curva definida por la interacción P-M de cada muro.
17. De conformidad con el Apéndice A de las NTC-M (2004), se revisa que las distorsiones de entrepiso, multiplicadas por Q y por R no excedan de la distorsión máxima permisible.

2.3.2 MÉTODO SIMPLIFICADO

Como se indicó anteriormente, en el presente trabajo se realizó el diseño de dos edificios mediante el Método Simplificado de Análisis establecido en el Capítulo 7 de las NTC-S (2004), con la finalidad de ilustrar los posibles riesgos que entraña la aplicación del mismo a estructuras que no cumplen con los requisitos establecidos para su empleo.

Las NTC-S (2004) establecen en su Sección 2.1 tres requisitos para posibilitar la aplicación del Método Simplificado de Análisis:

-
1. El primero de los requisitos establece las condiciones de regularidad en cuanto a rigidez lateral, de tal manera que se eviten los efectos de torsión ocasionados por excentricidades en la rigidez del edificio. La planta estructural considerada cumple con este requisito de regularidad.
 2. El segundo requisito se refiere a las condiciones de regularidad geométrica en planta, estableciendo que la relación entre la dimensión mayor y la dimensión menor de la planta no deberá exceder de 2.0; para el edificio considerado, esta relación vale 2.06, por lo cual no podría aplicarse el Método Simplificado para el diseño de este edificio.
 3. El tercero y último requisito se refiere a las condiciones de regularidad geométrica en elevación, estableciendo que la relación entre la altura y la dimensión mínima en planta no deberá exceder de 1.5, ni la altura total debe sobrepasar los 13 m; para el edificio considerado, esta relación vale 1.71 y la altura total es de 12 m para el edificio de 4 niveles y de 18 m para el edificio de 6 niveles, por lo cual tampoco podría aplicarse el Método Simplificado para el diseño de estos edificios.

La metodología empleada en el presente trabajo para la aplicación del Método Simplificado de Análisis se describe a continuación. El procedimiento es similar al descrito anteriormente, con las siguientes diferencias:

1. No es necesaria la revisión por momento de volteo.
2. No se requiere la elaboración de un modelo de análisis estructural ya que la estimación de las fuerzas laterales de entrepiso se hace conforme a las recomendaciones de las NTC-S (2004) y la repartición del cortante de entrepiso en cada muro se realiza mediante las recomendaciones de las NTC-M (2004).
3. No es necesario revisar las distorsiones de entrepiso.

2.4 DISEÑO ESTRUCTURAL

2.4.1. EDIFICIOS DISEÑADOS MEDIANTE EL MÉTODO DE LA COLUMNA ANCHA

Conforme al procedimiento descrito en este capítulo, se realizó el análisis y diseño de los edificios 1 al 9 de acuerdo a la tabla 2.1. En la figura 2.3 se muestra una imagen del modelo de análisis estructural tridimensional de columna ancha empleado para llevar a cabo el diseño del edificio de 7 niveles, aunque no se muestran los modelos similares que se construyeron para los otros edificios. Cabe mencionar que todos los modelos de análisis se realizaron en el programa SAP 2000 Advanced 12.0.0 (Computers and Structures, Inc. © 2008). Además, se revisó que la resistencia por flexocompresión de cada muro fuera adecuada para soportar las demandas asociadas al análisis sísmico. En el Apéndice A se muestran los diagramas de interacción de cada muro de planta baja y las demandas consideradas en la revisión.

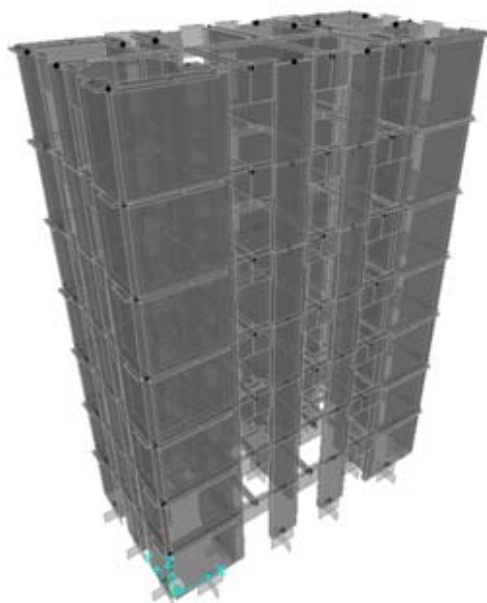


Figura 2.3 - Modelo de análisis estructural tridimensional para edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

En las tablas 2.6 a 2.14 se muestran los periodos fundamentales de vibración de la estructura en cada dirección de análisis así como los cortantes basales de diseño para los diferentes edificios estudiados

Tabla 2.6 - Periodos fundamentales, ordenadas sísmicas, peso total y cortantes basales de diseño para edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

T_x [s]	T_y [s]	c_{y_x}	c_{y_y}	W_T [Ton]	V_{b_x} [Ton]	V_{b_y} [Ton]
0.4604	0.4681	0.0771	0.0771	322.56	20.695	19.966

Tabla 2.7 - Periodos fundamentales, ordenadas sísmicas, peso total y cortantes basales de diseño para edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

T_x [s]	T_y [s]	c_{y_x}	c_{y_y}	W_T [Ton]	V_{b_x} [Ton]	V_{b_y} [Ton]
0.7163	0.7979	0.0771	0.0771	483.84	30.058	29.835

Tabla 2.8 - Periodos fundamentales, ordenadas sísmicas, peso total y cortantes basales de diseño para edificio de un nivel en la Zona del Lago del Valle de México

T_x [s]	T_y [s]	c_{y_x}	c_{y_y}	W_T [Ton]	V_{b_x} [Ton]	V_{b_y} [Ton]
0.1244	0.1095	0.1412	0.1373	80.64	9.112	8.858

Tabla 2.9 - Periodos fundamentales, ordenadas sísmicas, peso total y cortantes basales de diseño para edificio de dos niveles en la Zona del Lago del Valle de México

T_x [s]	T_y [s]	c_{y_x}	c_{y_y}	W_T [Ton]	V_{b_x} [Ton]	V_{b_y} [Ton]
0.2213	0.2028	0.1639	0.1609	161.28	26.233	25.519

Tabla 2.10 - Periodos fundamentales, ordenadas sísmicas, peso total y cortantes basales de diseño para edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

T_x [s]	T_y [s]	c_{y_x}	c_{y_y}	W_T [Ton]	V_{b_x} [Ton]	V_{b_y} [Ton]
0.3291	0.3255	0.1845	0.1839	241.92	41.894	40.861

Tabla 2.11 - Periodos fundamentales, ordenadas sísmicas, peso total y cortantes basales de diseño para edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

T_x [s]	T_y [s]	c_{y_x}	c_{y_y}	W_T [Ton]	V_{b_x} [Ton]	V_{b_y} [Ton]
0.4449	0.4626	0.2028	0.2053	322.56	59.677	58.479

Tabla 2.12 - Periodos fundamentales, ordenadas sísmicas, peso total y cortantes basales de diseño para edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

T_x [s]	T_y [s]	c_{y_x}	c_{y_y}	W_T [Ton]	V_{b_x} [Ton]	V_{b_y} [Ton]
0.5386	0.5844	0.2155	0.2211	403.20	69.512	71.334

Tabla 2.13 - Periodos fundamentales, ordenadas sísmicas, peso total y cortantes basales de diseño para edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

T_x [s]	T_y [s]	c_{y_x}	c_{y_y}	W_T [Ton]	V_{b_x} [Ton]	V_{b_y} [Ton]
0.6426	0.7020	0.2279	0.2343	483.84	88.195	90.673

Tabla 2.14 - Periodos fundamentales, ordenadas sísmicas, peso total y cortantes basales de diseño para edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

T_x [s]	T_y [s]	c_{y_x}	c_{y_y}	W_T [Ton]	V_{b_x} [Ton]	V_{b_y} [Ton]
0.7062	0.8033	0.2347	0.2443	564.48	105.988	110.302

En las figuras 2.4 a 2.12 se muestran las distorsiones de entrepiso máximas esperadas para cada edificio, conforme a las recomendaciones del Apéndice A de las NTC-S (2004).

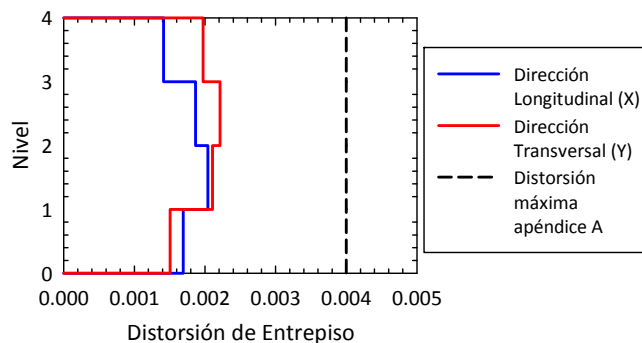


Figura 2.4 - Distorsiones de entrepiso máximas esperadas para edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

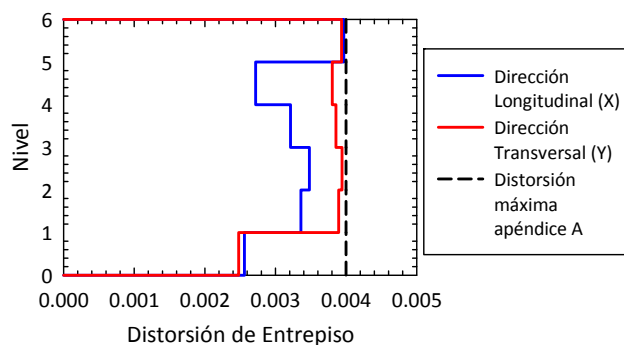


Figura 2.5 - Distorsiones de entrepiso máximas esperadas para edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

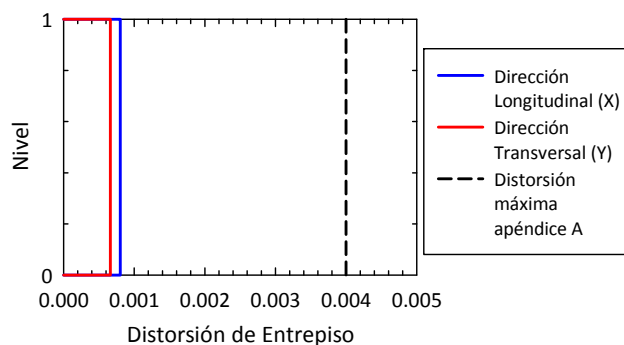


Figura 2.6 - Distorsiones de entrepiso máximas esperadas para edificio de un nivel en la Zona del Lago del Valle de México

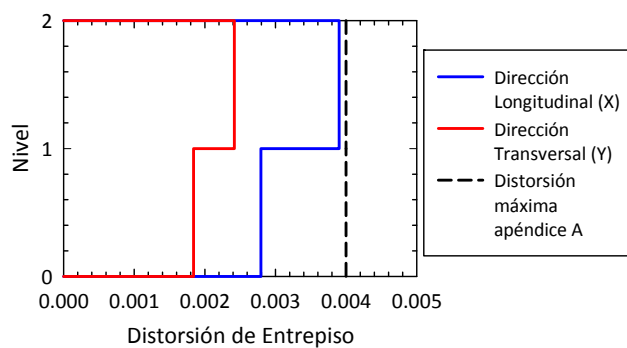


Figura 2.7 - Distorsiones de entrepiso máximas esperadas para edificio de dos niveles en la Zona del Lago del Valle de México

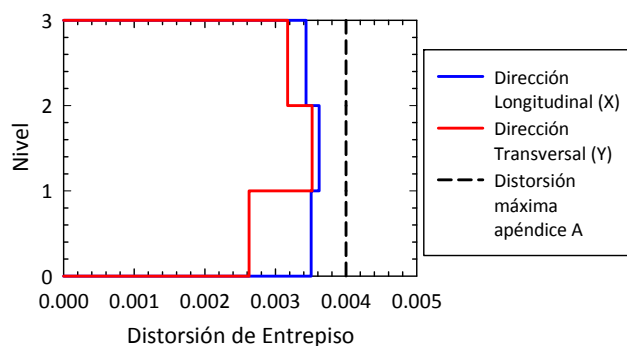


Figura 2.8 - Distorsiones de entrepiso máximas esperadas para edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

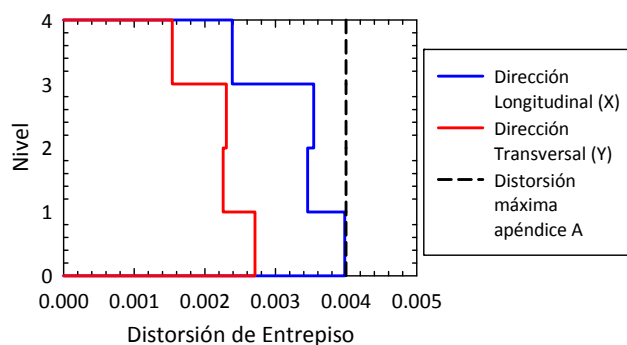


Figura 2.9 - Distorsiones de entrepiso máximas esperadas para edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

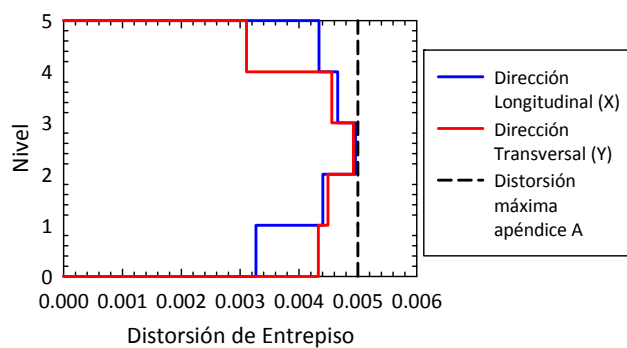


Figura 2.10 - Distorsiones de entepiso máximas esperadas para edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

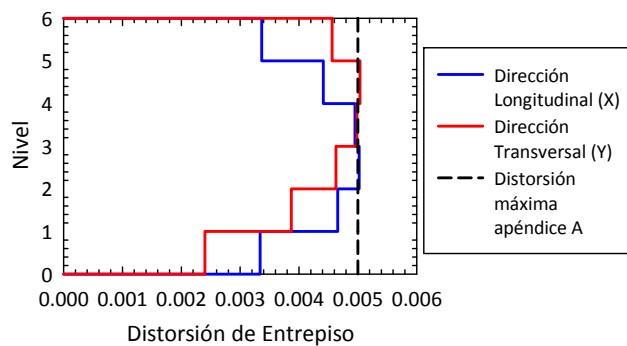


Figura 2.11 - Distorsiones de entepiso máximas esperadas para edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

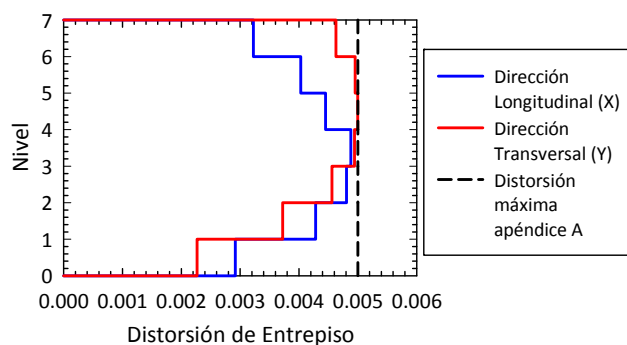


Figura 2.12 - Distorsiones de entepiso máximas esperadas para edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

En la figura 2.13 se muestran los tipos de castillos considerados para el refuerzo de los muros.

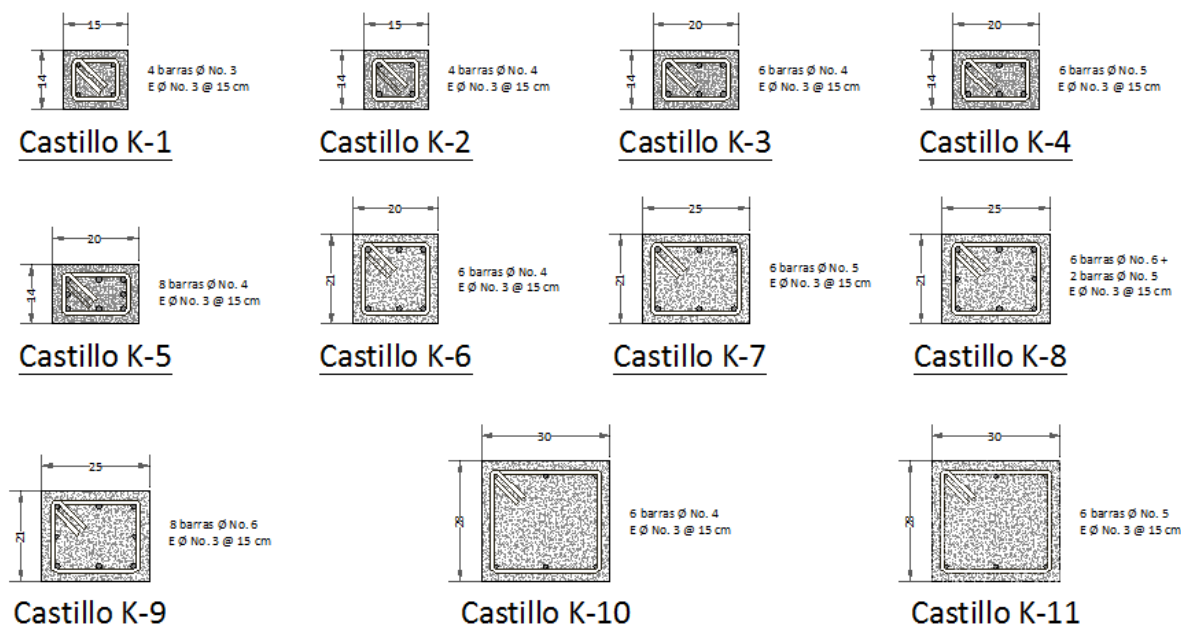


Figura 2.13 - Castillos considerados para el refuerzo de los muros en los edificios 1 al 9

En las tablas 2.15 a 2.90 se presentan las características geométricas y estructurales de los muros que conforman a cada edificio, por dirección y por nivel.

Tabla 2.15 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	9.12	34.43	NO	3.97	7.47
A2	177.5	14	1	7.92	28.19	NO	1.85	4.33
A3	60.0	14	1	0.22	34.43	NO	0.22	1.11
A4	177.5	14	1	7.92	44.07	NO	1.89	4.43
A5	360.0	14	1	9.12	44.07	NO	4.06	8.27
B1	172.5	14	1	20.16	44.07	NO	0.86	6.02
B2	172.5	14	1	20.16	78.65	NO	0.87	5.95
C1	345.0	14	1	9.30	44.07	NO	3.49	7.24
C2	142.5	14	1	15.83	44.07	NO	1.22	4.80
C3	142.5	14	1	15.83	44.07	NO	1.25	4.97
C4	345.0	14	1	9.30	34.43	NO	3.59	8.00

Tabla 2.16 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	9.58	34.43	NO	0.92	5.36
12	135.0	14	1	5.42	28.19	NO	0.61	3.23
13	190.0	14	1	9.58	34.43	NO	0.85	4.37
21	275.0	14	1	25.78	44.07	NO	1.37	8.54
22	275.0	14	1	35.55	44.07	NO	1.45	10.13
31	275.0	14	1	19.48	44.07	NO	1.38	7.55
41	580.0	14	3	82.27	100.34	NO	5.22	21.77
51	275.0	14	1	19.48	44.07	NO	1.81	7.48
61	275.0	14	1	25.78	44.07	NO	1.96	8.54
62	275.0	14	1	35.55	44.07	NO	2.04	10.11
71	190.0	14	1	9.58	34.43	NO	1.76	5.49
72	135.0	14	1	5.42	28.19	NO	1.15	3.24
73	190.0	14	1	9.58	34.43	NO	1.69	4.26

Tabla 2.17 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	6.84	34.43	NO	2.75	7.13
A2	177.5	14	1	5.94	28.19	NO	2.60	3.98
A3	60.0	14	1	0.17	34.43	NO	0.49	1.09
A4	177.5	14	1	5.94	44.07	NO	2.65	4.06
A5	360.0	14	1	6.84	44.07	NO	2.95	7.70
B1	172.5	14	1	15.12	44.07	NO	0.30	5.10
B2	172.5	14	1	15.12	78.65	NO	0.30	5.36
C1	345.0	14	1	6.98	44.07	NO	2.46	6.90
C2	142.5	14	1	11.87	44.07	NO	1.92	4.24
C3	142.5	14	1	11.87	44.07	NO	2.01	4.31
C4	345.0	14	1	6.98	34.43	NO	2.69	7.43

Tabla 2.18 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	7.18	34.43	NO	1.49	4.76
12	135.0	14	1	4.07	28.19	NO	1.19	2.98
13	190.0	14	1	7.18	34.43	NO	1.42	4.11
21	275.0	14	1	19.34	44.07	NO	0.90	7.66
22	275.0	14	1	26.66	44.07	NO	1.05	8.68
31	275.0	14	1	14.61	44.07	NO	0.74	6.91
41	580.0	14	1	61.70	78.65	NO	3.89	18.81
51	275.0	14	1	14.61	44.07	NO	0.89	6.90
61	275.0	14	1	19.34	44.07	NO	1.10	7.69
62	275.0	14	1	26.66	44.07	NO	1.26	8.64
71	190.0	14	1	7.18	34.43	NO	2.35	4.82
72	135.0	14	1	4.07	28.19	NO	1.90	2.99
73	190.0	14	1	7.18	34.43	NO	2.29	4.05

Tabla 2.19 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	4.56	34.43	NO	2.04	6.80
A2	177.5	14	1	3.96	28.19	NO	2.22	3.66
A3	60.0	14	1	0.11	34.43	NO	0.43	1.06
A4	177.5	14	1	3.96	44.07	NO	2.24	3.70
A5	360.0	14	1	4.56	44.07	NO	2.23	7.14
B1	172.5	14	1	10.08	44.07	NO	0.12	4.33
B2	172.5	14	1	10.08	78.65	NO	0.12	4.62
C1	345.0	14	1	4.65	44.07	NO	1.86	6.57
C2	142.5	14	1	7.92	44.07	NO	1.65	3.67
C3	142.5	14	1	7.92	44.07	NO	1.74	3.66
C4	345.0	14	1	4.65	34.43	NO	2.06	6.87

Tabla 2.20 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	4.79	34.43	NO	1.37	4.18
12	135.0	14	1	2.71	28.19	NO	1.08	2.75
13	190.0	14	1	4.79	34.43	NO	1.31	3.85
21	275.0	14	1	12.89	44.07	NO	0.70	6.75
22	275.0	14	1	17.77	44.07	NO	0.84	7.31
31	275.0	14	1	9.74	44.07	NO	0.47	6.23
41	580.0	14	1	41.14	78.65	NO	2.55	15.87
51	275.0	14	1	9.74	44.07	NO	0.55	6.24
61	275.0	14	1	12.89	44.07	NO	0.81	6.77
62	275.0	14	1	17.77	44.07	NO	0.96	7.27
71	190.0	14	1	4.79	34.43	NO	2.04	4.19
72	135.0	14	1	2.71	28.19	NO	1.62	2.75
73	190.0	14	1	4.79	34.43	NO	1.99	3.84

Tabla 2.21 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	2.28	34.43	NO	1.11	6.48
A2	177.5	14	1	1.98	28.19	NO	1.76	3.36
A3	60.0	14	1	0.06	34.43	NO	0.32	1.04
A4	177.5	14	1	1.98	44.07	NO	1.73	3.35
A5	360.0	14	1	2.28	44.07	NO	1.25	6.62
B1	172.5	14	1	5.04	44.07	NO	0.16	3.64
B2	172.5	14	1	5.04	78.65	NO	0.16	3.79
C1	345.0	14	1	2.33	44.07	NO	1.03	6.24
C2	142.5	14	1	3.96	44.07	NO	1.32	3.08
C3	142.5	14	1	3.96	44.07	NO	1.42	3.02
C4	345.0	14	1	2.33	34.43	NO	1.18	6.36

Tabla 2.22 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	2.39	34.43	NO	1.18	3.66
12	135.0	14	1	1.36	28.19	NO	0.88	2.53
13	190.0	14	1	2.39	34.43	NO	1.13	3.59
21	275.0	14	1	6.45	44.07	NO	0.40	5.76
22	275.0	14	1	8.89	44.07	NO	0.58	5.99
31	275.0	14	1	4.87	44.07	NO	0.03	5.49
41	580.0	14	1	20.57	78.65	NO	0.80	12.92
51	275.0	14	1	4.87	44.07	NO	0.05	5.50
61	275.0	14	1	6.45	44.07	NO	0.36	5.77
62	275.0	14	1	8.89	44.07	NO	0.56	5.97
71	190.0	14	1	2.39	34.43	NO	1.58	3.66
72	135.0	14	1	1.36	28.19	NO	1.21	2.53
73	190.0	14	1	2.39	34.43	NO	1.54	3.59

Tabla 2.23 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	13.68	34.43	NO	5.75	8.03
A2	177.5	14	1	11.88	28.19	NO	2.71	5.02
A3	60.0	14	1	0.33	34.43	NO	0.33	1.19
A4	177.5	14	1	11.88	44.07	NO	2.77	5.29
A5	360.0	14	1	13.68	83.03	NO	5.91	9.91
B1	172.5	14	1	30.24	44.07	NO	1.23	7.37
B2	172.5	14	1	30.24	134.90	NO	1.23	7.63
C1	345.0	14	1	13.96	44.07	NO	5.05	7.84
C2	142.5	14	1	23.75	44.07	NO	1.80	6.02
C3	142.5	14	1	23.75	83.03	NO	1.85	6.37
C4	345.0	14	1	13.96	34.43	NO	5.24	9.62

Tabla 2.24 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	14.37	34.43	NO	1.37	6.84
12	135.0	14	1	8.13	28.19	NO	0.93	3.75
13	190.0	14	1	14.37	34.43	NO	1.26	4.64
21	275.0	14	1	38.67	44.07	NO	2.07	10.69
22	275.0	14	3	53.32	83.03	NO	2.19	12.54
31	275.0	14	1	29.21	44.07	NO	2.06	9.17
41	580.0	14	5	123.41	134.90	NO	7.79	27.30
51	275.0	14	1	29.21	44.07	NO	2.69	9.08
61	275.0	14	3	38.67	44.07	NO	2.93	10.71
62	275.0	14	1	53.32	83.03	NO	3.07	12.47
71	190.0	14	1	14.37	34.43	NO	2.62	7.08
72	135.0	14	1	8.13	28.19	NO	1.73	3.75
73	190.0	14	1	14.37	34.43	NO	2.52	4.44

Tabla 2.25 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	11.40	34.43	NO	4.20	7.69
A2	177.5	14	1	9.90	28.19	NO	4.08	4.64
A3	60.0	14	1	0.28	34.43	NO	0.78	1.15
A4	177.5	14	1	9.90	44.07	NO	4.19	4.88
A5	360.0	14	1	11.40	65.75	NO	4.53	9.22
B1	172.5	14	1	25.20	44.07	NO	0.41	6.40
B2	172.5	14	1	25.20	117.62	NO	0.40	7.09
C1	345.0	14	1	11.63	44.07	NO	3.76	7.51
C2	142.5	14	1	19.79	44.07	NO	3.04	5.47
C3	142.5	14	1	19.79	65.75	NO	3.18	5.67
C4	345.0	14	1	11.63	34.43	NO	4.13	8.94

Tabla 2.26 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	11.97	34.43	NO	2.44	6.12
12	135.0	14	1	6.78	28.19	NO	1.95	3.47
13	190.0	14	1	11.97	34.43	NO	2.33	4.43
21	275.0	14	1	32.23	44.07	NO	1.39	9.89
22	275.0	14	3	44.43	65.75	NO	1.64	11.10
31	275.0	14	1	24.34	44.07	NO	1.09	8.58
41	580.0	14	3	102.84	117.62	NO	5.90	24.41
51	275.0	14	1	24.34	44.07	NO	1.32	8.56
61	275.0	14	3	32.23	44.07	NO	1.68	9.95
62	275.0	14	1	44.43	65.75	NO	1.95	11.00
71	190.0	14	1	11.97	34.43	NO	3.78	6.26
72	135.0	14	1	6.78	28.19	NO	3.06	3.47
73	190.0	14	1	11.97	34.43	NO	3.70	4.31

Tabla 2.27 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	9.12	34.43	NO	3.65	7.38
A2	177.5	14	1	7.92	28.19	NO	3.97	4.30
A3	60.0	14	1	0.22	34.43	NO	0.77	1.12
A4	177.5	14	1	7.92	44.07	NO	4.04	4.47
A5	360.0	14	1	9.12	65.75	NO	4.00	8.49
B1	172.5	14	1	20.16	44.07	NO	0.22	5.63
B2	172.5	14	1	20.16	117.62	NO	0.21	6.35
C1	345.0	14	1	9.30	44.07	NO	3.30	7.20
C2	142.5	14	1	15.83	44.07	NO	2.96	4.90
C3	142.5	14	1	15.83	65.75	NO	3.13	4.99
C4	345.0	14	1	9.30	34.43	NO	3.68	8.22

Tabla 2.28 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	9.58	34.43	NO	2.50	5.39
12	135.0	14	1	5.42	28.19	NO	1.97	3.22
13	190.0	14	1	9.58	34.43	NO	2.38	4.26
21	275.0	14	1	25.78	44.07	NO	1.25	8.99
22	275.0	14	1	35.55	44.07	NO	1.49	9.73
31	275.0	14	1	19.48	44.07	NO	0.82	7.91
41	580.0	14	3	82.27	100.34	NO	4.57	21.57
51	275.0	14	1	19.48	44.07	NO	0.99	7.93
61	275.0	14	1	25.78	44.07	NO	1.47	9.05
62	275.0	14	1	35.55	44.07	NO	1.73	9.64
71	190.0	14	1	9.58	34.43	NO	3.50	5.48
72	135.0	14	1	5.42	28.19	NO	2.96	3.20
73	190.0	14	1	9.58	34.43	NO	3.67	4.20

Tabla 2.29 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	6.84	34.43	NO	2.99	7.09
A2	177.5	14	1	5.94	28.19	NO	3.46	3.97
A3	60.0	14	1	0.17	34.43	NO	0.68	1.08
A4	177.5	14	1	5.94	44.07	NO	3.52	4.08
A5	360.0	14	1	6.84	65.75	NO	3.29	7.78
B1	172.5	14	1	15.12	44.07	NO	0.10	4.92
B2	172.5	14	1	15.12	117.62	NO	0.10	5.53
C1	345.0	14	1	6.98	44.07	NO	2.75	6.88
C2	142.5	14	1	11.87	44.07	NO	2.61	4.30
C3	142.5	14	1	11.87	65.75	NO	2.80	4.32
C4	345.0	14	1	6.98	34.43	NO	3.04	7.54

Tabla 2.30 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	7.18	34.43	NO	2.37	4.72
12	135.0	14	1	4.07	28.19	NO	1.84	2.97
13	190.0	14	1	7.18	34.43	NO	2.26	4.07
21	275.0	14	1	19.34	44.07	NO	1.04	8.00
22	275.0	14	1	26.66	44.07	NO	1.29	8.41
31	275.0	14	1	14.61	44.07	NO	0.54	7.18
41	580.0	14	1	61.70	78.65	NO	3.13	18.72
51	275.0	14	1	14.61	44.07	NO	0.55	7.21
61	275.0	14	1	19.34	44.07	NO	1.06	8.05
62	275.0	14	1	26.66	44.07	NO	1.34	8.35
71	190.0	14	1	7.18	34.43	NO	4.00	4.79
72	135.0	14	1	4.07	28.19	NO	2.52	2.96
73	190.0	14	1	7.18	34.43	NO	3.11	4.05

Tabla 2.31 - Propiedades de los muros del quinto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	4.56	34.43	NO	2.18	6.78
A2	177.5	14	1	3.96	28.19	NO	2.75	3.65
A3	60.0	14	1	0.11	34.43	NO	0.55	1.06
A4	177.5	14	1	3.96	44.07	NO	2.81	3.71
A5	360.0	14	1	4.56	65.75	NO	2.47	7.17
B1	172.5	14	1	10.08	44.07	NO	0.03	4.25
B2	172.5	14	1	10.08	117.62	NO	0.03	4.69
C1	345.0	14	1	4.65	44.07	NO	1.98	6.56
C2	142.5	14	1	7.92	44.07	NO	2.09	3.70
C3	142.5	14	1	7.92	65.75	NO	2.26	3.67
C4	345.0	14	1	4.65	34.43	NO	2.26	6.92

Tabla 2.32 - Propiedades de los muros del quinto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	4.79	34.43	NO	1.96	4.14
12	135.0	14	1	2.71	28.19	NO	1.54	2.74
13	190.0	14	1	4.79	34.43	NO	1.86	3.84
21	275.0	14	1	12.89	44.07	NO	0.81	6.95
22	275.0	14	1	17.77	44.07	NO	1.04	7.15
31	275.0	14	1	9.74	44.07	NO	0.29	6.39
41	580.0	14	1	41.14	78.65	NO	1.98	15.84
51	275.0	14	1	9.74	44.07	NO	0.34	6.42
61	275.0	14	1	12.89	44.07	NO	0.89	6.98
62	275.0	14	1	17.77	44.07	NO	1.14	7.10
71	190.0	14	1	4.79	34.43	NO	2.51	4.14
72	135.0	14	1	2.71	28.19	NO	2.14	2.75
73	190.0	14	1	4.79	34.43	NO	2.65	3.84

Tabla 2.33 - Propiedades de los muros del sexto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	2.28	34.43	NO	1.20	6.47
A2	177.5	14	1	1.98	28.19	NO	2.16	3.35
A3	60.0	14	1	0.06	34.43	NO	0.41	1.04
A4	177.5	14	1	1.98	44.07	NO	2.21	3.35
A5	360.0	14	1	2.28	65.75	NO	1.43	6.63
B1	172.5	14	1	5.04	44.07	NO	0.28	3.61
B2	172.5	14	1	5.04	117.62	NO	0.27	3.82
C1	345.0	14	1	2.33	44.07	NO	1.11	6.23
C2	142.5	14	1	3.96	44.07	NO	1.67	3.10
C3	142.5	14	1	3.96	65.75	NO	1.86	3.02
C4	345.0	14	1	2.33	34.43	NO	1.34	6.38

Tabla 2.34 - Propiedades de los muros del sexto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	2.39	34.43	NO	1.76	3.64
12	135.0	14	1	1.36	28.19	NO	1.29	2.52
13	190.0	14	1	2.39	34.43	NO	1.66	3.59
21	275.0	14	1	6.45	44.07	NO	0.54	5.85
22	275.0	14	1	8.89	44.07	NO	0.83	5.91
31	275.0	14	1	4.87	44.07	NO	0.20	5.56
41	580.0	14	1	20.57	78.65	NO	0.26	12.91
51	275.0	14	1	4.87	44.07	NO	0.29	5.58
61	275.0	14	1	6.45	44.07	NO	0.46	5.86
62	275.0	14	1	8.89	44.07	NO	0.77	5.89
71	190.0	14	1	2.39	34.43	NO	2.20	3.63
72	135.0	14	1	1.36	28.19	NO	1.64	2.52
73	190.0	14	1	2.39	34.43	NO	2.12	3.60

Tabla 2.35 - Propiedades de los muros orientados en la dirección longitudinal, edificio de un nivel en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	2.28	35.80	NO	2.46	6.53
A2	177.5	14	1	1.98	22.01	NO	1.08	3.40
A3	60.0	14	1	0.06	13.12	NO	0.11	1.05
A4	177.5	14	1	1.98	22.01	NO	1.08	3.35
A5	360.0	14	1	2.28	35.80	NO	2.48	6.62
B1	172.5	14	1	5.04	25.23	NO	0.47	3.79
B2	172.5	14	1	5.04	25.23	NO	0.47	3.64
C1	345.0	14	1	2.33	34.67	NO	2.18	6.26
C2	142.5	14	1	3.96	19.36	NO	0.68	3.03
C3	142.5	14	1	3.96	19.36	NO	0.69	3.04
C4	345.0	14	1	2.33	34.67	NO	2.21	6.24

Tabla 2.36 - Propiedades de los muros orientados en la dirección transversal, edificio de un nivel en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	0.52	3.69
12	135.0	14	1	1.36	18.79	NO	0.35	2.54
13	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	0.53	3.62
21	275.0	14	1	6.45	29.38	NO	0.89	5.65
22	275.0	14	1	8.89	29.38	NO	0.91	6.15
31	275.0	14	1	4.87	29.38	NO	0.85	5.37
41	580.0	14	1	20.57	61.18	NO	3.11	12.92
51	275.0	14	1	4.87	29.38	NO	1.10	5.34
61	275.0	14	1	6.45	29.38	NO	1.26	5.64
62	275.0	14	1	8.89	29.38	NO	1.28	6.16
71	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	1.04	3.68
72	135.0	14	1	1.36	18.79	NO	0.67	2.54
73	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	1.05	3.64

Tabla 2.37 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de dos niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	4.56	35.80	NO	5.13	6.87
A2	177.5	14	1	3.96	22.01	NO	2.32	3.87
A3	60.0	14	1	0.11	13.12	NO	0.24	1.11
A4	177.5	14	1	3.96	22.01	NO	2.32	3.66
A5	360.0	14	1	4.56	35.80	NO	5.23	7.35
B1	172.5	14	1	10.08	25.23	NO	0.98	4.55
B2	172.5	14	1	10.08	25.23	NO	0.98	4.39
C1	345.0	14	1	4.65	34.67	NO	4.53	6.61
C2	142.5	14	1	7.92	19.36	NO	1.47	3.65
C3	142.5	14	1	7.92	19.36	NO	1.50	3.65
C4	345.0	14	1	4.65	34.67	NO	4.66	7.07

Tabla 2.38 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de dos niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	4.79	22.95	NO	1.08	4.33
12	135.0	14	1	2.71	18.79	NO	0.78	2.81
13	190.0	14	1	4.79	22.95	NO	1.07	3.93
21	275.0	14	1	12.89	29.38	NO	1.92	6.61
22	275.0	14	1	17.77	29.38	NO	1.93	7.71
31	275.0	14	1	9.74	29.38	NO	1.70	5.96
41	580.0	14	1	41.14	61.18	NO	6.50	15.47
51	275.0	14	1	9.74	29.38	NO	2.22	5.88
61	275.0	14	1	12.89	29.38	NO	2.66	6.61
62	275.0	14	1	17.77	29.38	NO	2.67	7.68
71	190.0	14	1	4.79	22.95	NO	2.17	4.32
72	135.0	14	1	2.71	18.79	NO	1.45	2.81
73	190.0	14	1	4.79	22.95	NO	2.17	3.96

Tabla 2.39 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de dos niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	2.28	35.80	NO	3.26	6.46
A2	177.5	14	1	1.98	22.01	NO	1.98	3.38
A3	60.0	14	1	0.06	13.12	NO	0.23	1.05
A4	177.5	14	1	1.98	22.01	NO	1.91	3.36
A5	360.0	14	1	2.28	35.80	NO	3.51	6.69
B1	172.5	14	1	5.04	25.23	NO	0.04	3.66
B2	172.5	14	1	5.04	25.23	NO	0.04	3.77
C1	345.0	14	1	2.33	34.67	NO	2.87	6.22
C2	142.5	14	1	3.96	19.36	NO	1.30	3.07
C3	142.5	14	1	3.96	19.36	NO	1.35	3.02
C4	345.0	14	1	2.33	34.67	NO	3.18	6.40

Tabla 2.40 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección transversal, edificio de dos niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	0.84	3.76
12	135.0	14	1	1.36	18.79	NO	0.81	2.53
13	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	0.85	3.53
21	275.0	14	1	6.45	29.38	NO	1.41	5.74
22	275.0	14	1	8.89	29.38	NO	1.48	6.05
31	275.0	14	1	4.87	29.38	NO	0.65	5.42
41	580.0	14	1	20.57	61.18	NO	4.53	12.79
51	275.0	14	1	4.87	29.38	NO	0.76	5.42
61	275.0	14	1	6.45	29.38	NO	1.70	5.77
62	275.0	14	1	8.89	29.38	NO	1.77	6.02
71	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	1.58	3.80
72	135.0	14	1	1.36	18.79	NO	1.39	2.53
73	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	1.60	3.49

Tabla 2.41 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	6.84	35.80	NO	8.12	13.88
A2	177.5	14	1	5.94	22.01	NO	3.80	7.72
A3	60.0	14	1	0.17	13.12	NO	0.41	1.18
A4	177.5	14	1	5.94	22.01	NO	3.79	7.34
A5	360.0	14	1	6.84	35.80	NO	8.33	15.12
B1	172.5	14	1	15.12	25.23	NO	1.48	5.22
B2	172.5	14	1	15.12	25.23	NO	1.49	5.24
C1	345.0	14	1	6.98	34.67	NO	7.17	13.35
C2	142.5	14	1	11.87	19.36	NO	2.42	4.30
C3	142.5	14	1	11.87	19.36	NO	2.48	4.29
C4	345.0	14	1	6.98	34.67	NO	7.44	14.51

Tabla 2.42 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	7.18	22.95	NO	1.71	5.21
12	135.0	14	1	4.07	18.79	NO	1.31	3.12
13	190.0	14	1	7.18	22.95	NO	1.69	4.14
21	275.0	14	1	19.34	29.38	NO	3.12	7.67
22	275.0	14	1	26.66	29.38	NO	3.14	9.19
31	275.0	14	1	14.61	29.38	NO	2.67	6.58
41	580.0	14	2	61.70	62.20	NO	10.36	17.53
51	275.0	14	1	14.61	29.38	NO	3.47	6.47
61	275.0	14	1	19.34	29.38	NO	4.28	7.70
62	275.0	14	1	26.66	29.38	NO	4.29	9.09
71	190.0	14	1	7.18	22.95	NO	3.45	5.21
72	135.0	14	1	4.07	18.79	NO	2.41	3.13
73	190.0	14	1	7.18	22.95	NO	3.44	4.18

Tabla 2.43 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	4.56	35.80	NO	6.44	13.44
A2	177.5	14	1	3.96	22.01	NO	3.84	7.11
A3	60.0	14	1	0.11	13.12	NO	0.47	1.09
A4	177.5	14	1	3.96	22.01	NO	3.76	7.01
A5	360.0	14	1	4.56	35.80	NO	6.97	14.23
B1	172.5	14	1	10.08	25.23	NO	0.37	4.22
B2	172.5	14	1	10.08	25.23	NO	0.37	4.72
C1	345.0	14	1	4.65	34.67	NO	5.73	6.54
C2	142.5	14	1	7.92	19.36	NO	2.54	3.71
C3	142.5	14	1	7.92	19.36	NO	2.65	3.64
C4	345.0	14	1	4.65	34.67	NO	6.33	7.18

Tabla 2.44 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección transversal, edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	4.79	22.95	NO	1.65	4.47
12	135.0	14	1	2.71	18.79	NO	1.62	2.79
13	190.0	14	1	4.79	22.95	NO	1.64	3.74
21	275.0	14	1	12.89	29.38	NO	2.83	6.84
22	275.0	14	1	17.77	29.38	NO	2.92	7.35
31	275.0	14	1	9.74	29.38	NO	1.49	6.17
41	580.0	14	1	41.14	61.18	NO	8.76	15.17
51	275.0	14	1	9.74	29.38	NO	1.85	6.18
61	275.0	14	1	12.89	29.38	NO	3.44	6.92
62	275.0	14	1	17.77	29.38	NO	3.53	7.23
71	190.0	14	1	4.79	22.95	NO	3.14	4.55
72	135.0	14	1	2.71	18.79	NO	2.71	5.31
73	190.0	14	1	4.79	22.95	NO	3.14	3.68

Tabla 2.45 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	2.28	35.80	NO	3.78	6.40
A2	177.5	14	1	1.98	22.01	NO	3.21	3.34
A3	60.0	14	1	0.06	13.12	NO	0.39	1.04
A4	177.5	14	1	1.98	22.01	NO	3.03	3.39
A5	360.0	14	1	2.28	35.80	NO	4.16	6.75
B1	172.5	14	1	5.04	25.23	NO	-0.25	3.58
B2	172.5	14	1	5.04	25.23	NO	-0.25	3.85
C1	345.0	14	1	2.33	34.67	NO	3.42	6.18
C2	142.5	14	1	3.96	19.36	NO	2.21	3.10
C3	142.5	14	1	3.96	19.36	NO	2.33	3.01
C4	345.0	14	1	2.33	34.67	NO	3.83	6.44

Tabla 2.46 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	1.27	3.80
12	135.0	14	1	1.36	18.79	NO	1.39	2.53
13	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	1.35	3.45
21	275.0	14	1	6.45	29.38	NO	2.07	5.91
22	275.0	14	1	8.89	29.38	NO	2.22	5.92
31	275.0	14	1	4.87	29.38	NO	0.23	5.53
41	580.0	14	1	20.57	61.18	NO	4.56	12.70
51	275.0	14	1	4.87	29.38	NO	0.16	5.56
61	275.0	14	1	6.45	29.38	NO	2.24	5.95
62	275.0	14	1	8.89	29.38	NO	2.41	5.87
71	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	2.18	3.88
72	135.0	14	1	1.36	18.79	NO	2.15	2.53
73	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	2.26	3.37

Tabla 2.47 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	2	9.12	34.43	1 No.2@30	11.50	14.13
A2	177.5	14	1	7.92	28.19	1 No.2@30	5.48	8.34
A3	60.0	14	1	0.22	34.43	1 No.2@30	0.59	2.40
A4	177.5	14	1	7.92	54.23	1 No.2@30	5.48	7.81
A5	360.0	14	2	9.12	54.23	1 No.2@30	11.86	16.62
B1	172.5	14	1	20.16	44.07	NO	2.04	5.78
B2	172.5	14	1	20.16	100.34	NO	2.05	6.19
C1	345.0	14	1	9.30	44.07	1 No.2@30	10.16	13.62
C2	142.5	14	1	15.83	54.23	NO	3.51	4.99
C3	142.5	14	1	15.83	54.23	NO	3.61	5.01
C4	345.0	14	1	9.30	34.43	1 No.2@30	10.60	15.92

Tabla 2.48 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	9.58	34.43	NO	2.43	6.39
12	135.0	14	1	5.42	28.19	NO	1.93	3.48
13	190.0	14	1	9.58	34.43	NO	2.40	4.19
21	275.0	14	2	25.78	54.23	NO	4.53	8.87
22	275.0	14	2	35.55	54.23	NO	4.55	10.50
31	275.0	14	1	19.48	44.07	NO	3.77	7.31
41	580.0	14	3	82.27	100.34	NO	14.76	19.17
51	275.0	14	1	19.48	44.07	NO	4.88	7.17
61	275.0	14	2	25.78	54.23	NO	6.15	8.96
62	275.0	14	2	35.55	54.23	NO	6.17	10.29
71	190.0	14	1	9.58	34.43	NO	4.92	6.40
72	135.0	14	1	5.42	28.19	1 No.2@30	3.52	6.01
73	190.0	14	1	9.58	34.43	1 No.2@30	4.89	7.77

Tabla 2.49 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	6.84	22.95	1 No.2@30	9.90	13.67
A2	177.5	14	1	5.94	18.79	1 No.2@30	6.02	7.58
A3	60.0	14	1	0.17	22.95	NO	0.74	1.16
A4	177.5	14	1	5.94	29.38	1 No.2@30	5.93	7.45
A5	360.0	14	1	6.84	29.38	1 No.2@30	10.71	15.46
B1	172.5	14	1	15.12	29.38	NO	0.52	4.70
B2	172.5	14	1	15.12	78.04	NO	0.53	5.75
C1	345.0	14	1	6.98	29.38	1 No.2@30	8.82	13.23
C2	142.5	14	1	11.87	29.38	NO	4.01	4.39
C3	142.5	14	1	11.87	29.38	NO	4.21	4.34
C4	345.0	14	1	6.98	22.95	1 No.2@30	9.73	14.76

Tabla 2.50 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	7.18	22.95	NO	2.54	5.44
12	135.0	14	1	4.07	18.79	NO	2.60	3.10
13	190.0	14	1	7.18	22.95	NO	2.53	3.81
21	275.0	14	1	19.34	29.38	NO	4.45	8.07
22	275.0	14	1	26.66	29.38	NO	4.58	8.46
31	275.0	14	1	14.61	29.38	NO	2.24	7.00
41	580.0	14	3	61.70	78.04	NO	13.23	17.15
51	275.0	14	1	14.61	29.38	NO	2.76	7.04
61	275.0	14	1	19.34	29.38	NO	5.35	8.22
62	275.0	14	1	26.66	29.38	NO	5.48	8.24
71	190.0	14	1	7.18	22.95	NO	4.84	5.57
72	135.0	14	1	4.07	18.79	1 No.2@30	4.32	5.62
73	190.0	14	1	7.18	22.95	1 No.2@30	4.83	7.24

Tabla 2.51 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	4.56	22.95	1 No.2@30	7.36	13.37
A2	177.5	14	1	3.96	18.79	1 No.2@30	5.48	7.01
A3	60.0	14	1	0.11	22.95	NO	0.70	1.07
A4	177.5	14	1	3.96	29.38	1 No.2@30	5.31	7.08
A5	360.0	14	1	4.56	29.38	1 No.2@30	8.06	14.36
B1	172.5	14	1	10.08	29.38	NO	0.08	4.04
B2	172.5	14	1	10.08	78.04	NO	0.09	4.90
C1	345.0	14	1	4.65	29.38	NO	6.65	6.49
C2	142.5	14	1	7.92	29.38	NO	3.74	3.74
C3	142.5	14	1	7.92	29.38	1 No.2@30	3.97	6.35
C4	345.0	14	1	4.65	22.95	1 No.2@30	7.41	13.73

Tabla 2.52 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	4.79	22.95	NO	2.32	4.54
12	135.0	14	1	2.71	18.79	NO	2.51	2.79
13	190.0	14	1	4.79	22.95	NO	2.37	3.60
21	275.0	14	1	12.89	29.38	NO	3.86	7.21
22	275.0	14	1	17.77	29.38	NO	4.04	7.04
31	275.0	14	1	9.74	29.38	NO	1.16	6.45
41	580.0	14	1	41.14	61.18	NO	9.18	15.07
51	275.0	14	1	9.74	29.38	NO	1.34	6.53
61	275.0	14	1	12.89	29.38	NO	4.37	7.32
62	275.0	14	1	17.77	29.38	NO	4.55	6.90
71	190.0	14	1	4.79	22.95	NO	4.14	4.66
72	135.0	14	1	2.71	18.79	1 No.2@30	3.90	5.30
73	190.0	14	1	4.79	22.95	1 No.2@30	4.19	7.02

Tabla 2.53 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	2.28	22.95	NO	4.12	6.35
A2	177.5	14	1	1.98	18.79	1 No.2@30	4.42	6.59
A3	60.0	14	1	0.06	22.95	NO	0.56	1.04
A4	177.5	14	1	1.98	29.38	1 No.2@30	4.24	6.73
A5	360.0	14	1	2.28	29.38	NO	4.62	6.79
B1	172.5	14	1	5.04	29.38	NO	-0.45	3.52
B2	172.5	14	1	5.04	78.04	NO	-0.45	3.91
C1	345.0	14	1	2.33	29.38	NO	3.82	6.14
C2	142.5	14	1	3.96	29.38	NO	3.16	3.12
C3	142.5	14	1	3.96	29.38	NO	3.39	3.03
C4	345.0	14	1	2.33	22.95	NO	4.36	6.47

Tabla 2.54 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	1.83	3.87
12	135.0	14	1	1.36	18.79	NO	2.07	2.52
13	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	1.97	3.38
21	275.0	14	1	6.45	29.38	NO	2.91	6.09
22	275.0	14	1	8.89	29.38	NO	3.15	5.81
31	275.0	14	1	4.87	29.38	NO	-0.17	5.64
41	580.0	14	1	20.57	61.18	NO	3.88	12.68
51	275.0	14	1	4.87	29.38	NO	-0.39	5.70
61	275.0	14	1	6.45	29.38	NO	2.99	6.14
62	275.0	14	1	8.89	29.38	NO	3.24	5.76
71	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	2.93	3.96
72	135.0	14	1	1.36	18.79	1 No.2@30	2.97	5.03
73	190.0	14	1	2.39	22.95	NO	3.07	3.29

Tabla 2.55 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	21	6	11.40	66.88	1 No.2.5@30	14.29	21.26
A2	177.5	21	6	9.90	57.53	1 No.2.5@30	6.31	11.65
A3	60.0	14	1	0.28	66.88	NO	0.59	1.24
A4	177.5	21	6	9.90	65.75	1 No.2.5@30	6.43	12.20
A5	360.0	21	6	11.40	83.03	1 No.2.5@30	14.68	24.76
B1	172.5	14	2	25.20	65.75	NO	2.12	6.85
B2	172.5	14	2	25.20	146.60	NO	2.13	6.65
C1	345.0	21	6	11.63	65.75	1 No.2.5@30	12.45	20.52
C2	142.5	21	6	19.79	65.75	NO	4.19	6.50
C3	142.5	21	6	19.79	83.03	NO	4.31	7.43
C4	345.0	21	6	11.63	66.88	1 No.2.5@30	12.92	23.80

Tabla 2.56 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	21	6	11.97	66.88	1 No.2.5@30	4.19	14.66
12	135.0	21	6	6.78	57.53	1 No.2.5@30	2.92	8.88
13	190.0	21	6	11.97	66.88	1 No.2.5@30	3.91	10.44
21	275.0	14	3	32.23	65.75	NO	4.57	9.35
22	275.0	14	3	44.43	83.03	NO	4.83	11.69
31	275.0	14	3	24.34	65.75	NO	4.53	7.99
41	580.0	14	4	102.84	146.60	NO	16.30	23.08
51	275.0	14	3	24.34	65.75	NO	5.69	7.76
61	275.0	14	3	32.23	65.75	NO	6.15	9.34
62	275.0	14	3	44.43	83.03	NO	6.42	11.61
71	190.0	21	6	11.97	66.88	1 No.2.5@30	7.32	14.66
72	135.0	21	6	6.78	57.53	1 No.2.5@30	4.97	8.91
73	190.0	21	6	11.97	66.88	1 No.2.5@30	7.06	10.42

Tabla 2.57 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	21	6	9.12	66.88	1 No.2.5@30	10.24	20.85
A2	177.5	21	6	7.92	57.53	1 No.2.5@30	9.48	11.18
A3	60.0	14	1	0.22	66.88	1 No.2.5@30	1.47	2.93
A4	177.5	21	6	7.92	44.07	1 No.2.5@30	9.70	11.62
A5	360.0	21	6	9.12	44.07	1 No.2.5@30	11.06	23.65
B1	172.5	14	1	20.16	44.07	NO	0.71	5.65
B2	172.5	14	1	20.16	117.62	NO	0.71	6.34
C1	345.0	21	6	9.30	44.07	1 No.2.5@30	9.08	20.13
C2	142.5	21	6	15.83	44.07	1 No.2.5@30	7.13	10.23
C3	142.5	21	6	15.83	44.07	1 No.2.5@30	7.50	10.67
C4	345.0	21	6	9.30	66.88	1 No.2.5@30	9.97	22.71

Tabla 2.58 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	21	6	9.58	66.88	1 No.2.5@30	6.64	14.09
12	135.0	21	6	5.42	57.53	1 No.2.5@30	5.72	8.52
13	190.0	21	6	9.58	66.88	1 No.2.5@30	6.37	10.60
21	275.0	14	1	25.78	44.07	NO	2.93	8.73
22	275.0	14	1	35.55	44.07	NO	3.44	9.91
31	275.0	14	1	19.48	44.07	NO	2.25	7.63
41	580.0	14	3	82.27	117.62	NO	11.33	20.42
51	275.0	14	1	19.48	44.07	NO	2.66	7.55
61	275.0	14	1	25.78	44.07	NO	3.44	8.80
62	275.0	14	1	35.55	44.07	NO	3.99	9.78
71	190.0	21	6	9.58	66.88	1 No.2.5@30	9.83	14.44
72	135.0	21	6	5.42	57.53	1 No.2.5@30	8.61	8.54
73	190.0	21	6	9.58	66.88	1 No.2.5@30	9.64	10.42

Tabla 2.59 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	6.84	66.88	1 No.2.5@30	8.49	17.43
A2	177.5	14	1	5.94	57.53	1 No.2.5@30	8.44	9.13
A3	60.0	14	1	0.17	66.88	1 No.2.5@30	1.66	2.88
A4	177.5	14	1	5.94	44.07	1 No.2.5@30	8.53	9.13
A5	360.0	14	1	6.84	44.07	1 No.2.5@30	9.20	18.52
B1	172.5	14	1	15.12	44.07	NO	0.90	4.70
B2	172.5	14	1	15.12	117.62	NO	0.89	5.77
C1	345.0	14	1	6.98	44.07	1 No.2.5@30	7.64	16.83
C2	142.5	14	1	11.87	44.07	1 No.2.5@30	6.23	7.33
C3	142.5	14	1	11.87	44.07	1 No.2.5@30	6.56	7.33
C4	345.0	14	1	6.98	66.88	1 No.2.5@30	8.42	17.75

Tabla 2.60 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	7.18	34.43	1 No.2.5@30	5.38	9.78
12	135.0	14	1	4.07	28.19	1 No.2.5@30	4.30	6.95
13	190.0	14	1	7.18	34.43	1 No.2.5@30	5.14	9.12
21	275.0	14	1	19.34	44.07	NO	2.98	8.08
22	275.0	14	1	26.66	44.07	NO	3.55	8.34
31	275.0	14	1	14.61	44.07	NO	2.10	7.17
41	580.0	14	3	61.70	100.34	NO	10.22	17.89
51	275.0	14	1	14.61	44.07	NO	2.56	7.19
61	275.0	14	1	19.34	44.07	NO	3.62	8.18
62	275.0	14	1	26.66	44.07	NO	4.24	8.20
71	190.0	14	1	7.18	34.43	1 No.2.5@30	8.18	9.78
72	135.0	14	1	4.07	28.19	1 No.2.5@30	6.53	6.95
73	190.0	14	1	7.18	34.43	1 No.2.5@30	7.98	8.99

Tabla 2.61 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	4.56	66.88	NO	6.20	6.68
A2	177.5	14	1	3.96	57.53	1 No.2.5@30	7.07	8.86
A3	60.0	14	1	0.11	66.88	1 No.2.5@30	1.38	2.83
A4	177.5	14	1	3.96	44.07	1 No.2.5@30	7.11	8.97
A5	360.0	14	1	4.56	44.07	NO	6.82	7.74
B1	172.5	14	1	10.08	44.07	NO	0.23	3.95
B2	172.5	14	1	10.08	117.62	NO	0.23	4.99
C1	345.0	14	1	4.65	44.07	NO	5.62	6.49
C2	142.5	14	1	7.92	44.07	1 No.2.5@30	5.29	7.33
C3	142.5	14	1	7.92	44.07	1 No.2.5@30	5.64	7.33
C4	345.0	14	1	4.65	66.88	NO	6.29	7.44

Tabla 2.62 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	4.79	34.43	1 No.2.5@30	4.81	9.78
12	135.0	14	1	2.71	28.19	1 No.2.5@30	3.79	6.72
13	190.0	14	1	4.79	34.43	1 No.2.5@30	4.60	9.13
21	275.0	14	1	12.89	44.07	NO	2.20	7.16
22	275.0	14	1	17.77	44.07	NO	2.73	6.99
31	275.0	14	1	9.74	44.07	NO	1.15	6.49
41	580.0	14	1	41.14	78.65	NO	6.41	15.34
51	275.0	14	1	9.74	44.07	NO	1.33	6.55
61	275.0	14	1	12.89	44.07	NO	2.48	7.25
62	275.0	14	1	17.77	44.07	NO	3.06	6.87
71	190.0	14	1	4.79	34.43	1 No.2.5@30	6.90	9.78
72	135.0	14	1	2.71	28.19	1 No.2.5@30	5.48	6.72
73	190.0	14	1	4.79	34.43	1 No.2.5@30	6.72	9.10

Tabla 2.63 - Propiedades de los muros del quinto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	2.28	66.88	NO	3.37	6.41
A2	177.5	14	1	1.98	57.53	1 No.2@30	5.50	6.69
A3	60.0	14	1	0.06	66.88	1 No.2@30	1.01	2.17
A4	177.5	14	1	1.98	44.07	1 No.2@30	5.46	6.67
A5	360.0	14	1	2.28	44.07	NO	3.86	6.85
B1	172.5	14	1	5.04	44.07	NO	0.61	3.46
B2	172.5	14	1	5.04	117.62	NO	0.61	3.98
C1	345.0	14	1	2.33	44.07	NO	3.12	6.19
C2	142.5	14	1	3.96	44.07	1 No.2@30	4.19	5.84
C3	142.5	14	1	3.96	44.07	1 No.2@30	4.57	5.63
C4	345.0	14	1	2.33	66.88	NO	3.62	6.56

Tabla 2.64 - Propiedades de los muros del quinto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2@30	4.13	7.27
12	135.0	14	1	1.36	28.19	1 No.2@30	3.07	5.05
13	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2@30	3.94	7.07
21	275.0	14	1	6.45	44.07	NO	1.27	6.00
22	275.0	14	1	8.89	44.07	NO	1.95	5.78
31	275.0	14	1	4.87	44.07	NO	0.26	5.65
41	580.0	14	1	20.57	78.65	NO	1.29	12.68
51	275.0	14	1	4.87	44.07	NO	0.48	5.70
61	275.0	14	1	6.45	44.07	NO	1.11	6.05
62	275.0	14	1	8.89	44.07	NO	1.84	5.72
71	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2@30	5.37	7.24
72	135.0	14	1	1.36	28.19	1 No.2@30	4.06	5.05
73	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2@30	5.17	7.08

Tabla 2.65 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	21	6	13.68	66.88	1 No.2.5@30	17.56	21.27
A2	177.5	21	6	11.88	57.53	1 No.2.5@30	7.78	11.98
A3	60.0	21	6	0.33	66.88	NO	1.05	1.94
A4	177.5	21	6	11.88	81.34	1 No.2.5@30	7.93	13.03
A5	360.0	21	6	13.68	98.62	1 No.2.5@30	18.05	26.83
B1	172.5	21	6	30.24	65.75	NO	3.70	8.87
B2	172.5	21	6	30.24	241.95	NO	3.71	9.12
C1	345.0	21	6	13.96	65.75	1 No.2.5@30	15.37	20.57
C2	142.5	21	6	23.75	81.34	NO	5.19	7.08
C3	142.5	21	6	23.75	98.62	NO	5.34	8.45
C4	345.0	21	6	13.96	66.88	1 No.2.5@30	15.91	25.84

Tabla 2.66 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	21	6	14.37	66.88	1 No.2.5@30	4.13	14.66
12	135.0	21	6	8.13	57.53	1 No.2.5@30	2.91	9.30
13	190.0	21	6	14.37	66.88	1 No.2.5@30	3.78	10.42
21	275.0	21	6	38.67	81.34	NO	6.58	12.92
22	275.0	21	6	53.32	98.62	NO	6.91	15.03
31	275.0	14	3	29.21	65.75	NO	4.63	9.00
41	580.0	21	8	123.41	241.95	NO	25.63	29.88
51	275.0	14	3	29.21	65.75	NO	6.03	8.71
61	275.0	21	6	38.67	81.34	NO	9.31	12.95
62	275.0	21	6	53.32	98.62	NO	9.65	14.86
71	190.0	21	6	14.37	66.88	1 No.2.5@30	7.87	14.66
72	135.0	21	6	8.13	57.53	1 No.2.5@30	5.38	9.34
73	190.0	21	6	14.37	66.88	1 No.2.5@30	7.57	10.42

Tabla 2.67 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	21	3A	11.40	66.88	1 No.3@30	13.15	25.53
A2	177.5	21	3A	9.90	57.53	1 No.3@30	12.01	13.70
A3	60.0	21	3A	0.28	66.88	1 No.3@30	2.71	4.36
A4	177.5	21	3A	9.90	81.34	1 No.3@30	12.34	13.70
A5	360.0	21	3A	11.40	81.34	1 No.3@30	14.19	27.78
B1	172.5	21	3A	25.20	44.07	NO	1.24	7.42
B2	172.5	21	3A	25.20	179.49	NO	1.23	9.05
C1	345.0	21	3A	11.63	44.07	1 No.3@30	11.70	24.65
C2	142.5	21	3A	19.79	81.34	1 No.3@30	9.03	11.00
C3	142.5	21	3A	19.79	81.34	1 No.3@30	9.48	11.00
C4	345.0	21	3A	11.63	66.88	1 No.3@30	12.85	26.63

Tabla 2.68 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	21	6	11.97	66.88	1 No.3@30	7.28	14.66
12	135.0	21	6	6.78	57.53	1 No.3@30	6.16	10.42
13	190.0	21	6	11.97	66.88	1 No.3@30	6.95	12.85
21	275.0	21	6	32.23	81.34	NO	4.28	12.48
22	275.0	21	6	44.43	81.34	NO	4.92	13.26
31	275.0	14	1	24.34	44.07	NO	2.71	8.62
41	580.0	21	4	102.84	179.49	NO	20.03	27.36
51	275.0	14	1	24.34	44.07	NO	3.32	8.51
61	275.0	21	6	32.23	81.34	NO	5.21	12.63
62	275.0	21	6	44.43	81.34	NO	5.87	13.01
71	190.0	21	6	11.97	66.88	1 No.3@30	11.33	14.66
72	135.0	21	6	6.78	57.53	1 No.3@30	9.74	10.42
73	190.0	21	6	11.97	66.88	1 No.3@30	11.10	12.85

Tabla 2.69 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	21	6	9.12	66.88	1 No.3@30	11.85	25.27
A2	177.5	21	6	7.92	57.53	1 No.3@30	11.82	13.43
A3	60.0	14	1	0.22	66.88	1 No.3@30	1.91	2.66
A4	177.5	21	6	7.92	81.34	1 No.3@30	11.99	13.70
A5	360.0	21	6	9.12	81.34	1 No.3@30	12.94	27.78
B1	172.5	14	1	20.16	44.07	NO	0.41	5.20
B2	172.5	14	1	20.16	179.49	NO	0.41	6.79
C1	345.0	21	6	9.30	44.07	1 No.3@30	10.67	24.38
C2	142.5	21	6	15.83	81.34	1 No.3@30	8.89	11.00
C3	142.5	21	6	15.83	81.34	1 No.3@30	9.39	11.00
C4	345.0	21	6	9.30	66.88	1 No.3@30	11.85	26.63

Tabla 2.70 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	21	6	9.58	66.88	1 No.3@30	7.50	14.66
12	135.0	21	6	5.42	57.53	1 No.3@30	6.28	10.27
13	190.0	21	6	9.58	66.88	1 No.3@30	7.15	12.85
21	275.0	21	6	25.78	81.34	NO	3.94	11.82
22	275.0	21	6	35.55	81.34	NO	4.70	11.74
31	275.0	14	1	19.48	44.07	NO	1.98	8.07
41	580.0	21	6	82.27	133.22	NO	15.91	25.02
51	275.0	14	1	19.48	44.07	NO	2.36	8.08
61	275.0	21	6	25.78	81.34	NO	4.51	11.99
62	275.0	21	6	35.55	81.34	NO	5.32	11.49
71	190.0	21	6	9.58	66.88	1 No.3@30	11.16	14.66
72	135.0	21	6	5.42	57.53	1 No.3@30	9.45	10.28
73	190.0	21	6	9.58	66.88	1 No.3@30	10.89	12.85

Tabla 2.71 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	6.84	66.88	1 No.3@30	8.10	15.68
A2	177.5	21	6	5.94	57.53	1 No.3@30	11.89	13.04
A3	60.0	14	1	0.17	66.88	1 No.3@30	1.86	2.59
A4	177.5	21	6	5.94	81.34	1 No.3@30	12.01	13.40
A5	360.0	14	1	6.84	81.34	1 No.3@30	8.87	17.79
B1	172.5	14	1	15.12	44.07	NO	0.41	4.55
B2	172.5	14	1	15.12	179.49	NO	0.41	5.91
C1	345.0	14	1	6.98	44.07	1 No.3@30	7.40	15.16
C2	142.5	21	6	11.87	81.34	1 No.3@30	8.98	11.00
C3	142.5	21	6	11.87	81.34	1 No.3@30	9.58	11.00
C4	345.0	14	1	6.98	66.88	1 No.3@30	8.23	17.08

Tabla 2.72 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	21	6	7.18	66.88	1 No.3@30	7.83	14.66
12	135.0	21	6	4.07	57.53	1 No.3@30	6.50	9.93
13	190.0	21	6	7.18	66.88	1 No.3@30	7.49	12.99
21	275.0	14	1	19.34	44.07	NO	2.70	8.54
22	275.0	14	1	26.66	44.07	NO	3.30	8.02
31	275.0	14	1	14.61	44.07	NO	1.58	7.40
41	580.0	14	3	61.70	100.34	NO	8.98	17.65
51	275.0	14	1	14.61	44.07	NO	1.83	7.47
61	275.0	14	1	19.34	44.07	NO	2.97	8.68
62	275.0	14	1	26.66	44.07	NO	3.63	7.82
71	190.0	21	6	7.18	66.88	1 No.3@30	11.10	14.66
72	135.0	21	6	4.07	57.53	1 No.3@30	9.33	9.94
73	190.0	21	6	7.18	66.88	1 No.3@30	10.81	12.88

Tabla 2.73 - Propiedades de los muros del quinto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	4.56	66.88	1 No.2.5@30	7.17	17.12
A2	177.5	14	1	3.96	57.53	1 No.2.5@30	7.68	8.88
A3	60.0	14	1	0.11	66.88	1 No.2.5@30	1.60	2.83
A4	177.5	14	1	3.96	81.34	1 No.2.5@30	7.78	9.01
A5	360.0	14	1	4.56	81.34	1 No.2.5@30	7.96	18.29
B1	172.5	14	1	10.08	44.07	NO	0.28	3.88
B2	172.5	14	1	10.08	179.49	NO	0.28	5.06
C1	345.0	14	1	4.65	44.07	1 No.2.5@30	6.49	16.50
C2	142.5	14	1	7.92	81.34	1 No.2.5@30	5.77	7.33
C3	142.5	14	1	7.92	81.34	1 No.2.5@30	6.24	7.33
C4	345.0	14	1	4.65	66.88	1 No.2.5@30	7.33	17.54

Tabla 2.74 - Propiedades de los muros del quinto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	4.79	34.43	1 No.2.5@30	5.46	9.78
12	135.0	14	1	2.71	28.19	1 No.2.5@30	4.34	6.72
13	190.0	14	1	4.79	34.43	1 No.2.5@30	5.19	9.10
21	275.0	14	1	12.89	44.07	NO	2.61	7.41
22	275.0	14	1	17.77	44.07	NO	3.25	6.79
31	275.0	14	1	9.74	44.07	NO	1.31	6.63
41	580.0	14	1	41.14	78.65	NO	7.20	15.20
51	275.0	14	1	9.74	44.07	NO	1.53	6.73
61	275.0	14	1	12.89	44.07	NO	2.94	7.52
62	275.0	14	1	17.77	44.07	NO	3.63	6.65
71	190.0	14	1	4.79	34.43	1 No.2.5@30	7.71	9.78
72	135.0	14	1	2.71	28.19	1 No.2.5@30	6.12	6.72
73	190.0	14	1	4.79	34.43	1 No.2.5@30	7.45	9.12

Tabla 2.75 - Propiedades de los muros del sexto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	2.28	66.88	NO	3.77	6.39
A2	177.5	14	1	1.98	57.53	1 No.2@30	6.23	6.70
A3	60.0	14	1	0.06	66.88	1 No.2@30	1.15	2.17
A4	177.5	14	1	1.98	81.34	1 No.2@30	6.28	6.68
A5	360.0	14	1	2.28	81.34	NO	4.38	6.87
B1	172.5	14	1	5.04	44.07	NO	0.75	3.42
B2	172.5	14	1	5.04	179.49	NO	0.75	4.01
C1	345.0	14	1	2.33	44.07	NO	3.45	6.17
C2	142.5	14	1	3.96	81.34	1 No.2@30	4.80	5.89
C3	142.5	14	1	3.96	81.34	1 No.2@30	5.32	5.62
C4	345.0	14	1	2.33	66.88	NO	4.08	6.58

Tabla 2.76 - Propiedades de los muros del sexto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2@30	4.93	7.25
12	135.0	14	1	1.36	28.19	1 No.2@30	3.64	5.05
13	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2@30	4.67	7.07
21	275.0	14	1	6.45	44.07	NO	1.48	6.12
22	275.0	14	1	8.89	44.07	NO	2.30	5.68
31	275.0	14	1	4.87	44.07	NO	0.42	5.73
41	580.0	14	1	20.57	78.65	NO	1.25	12.62
51	275.0	14	1	4.87	44.07	NO	0.71	5.81
61	275.0	14	1	6.45	44.07	NO	1.25	6.17
62	275.0	14	1	8.89	44.07	NO	2.12	5.61
71	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2@30	6.28	7.20
72	135.0	14	1	1.36	28.19	1 No.2@30	4.69	5.05
73	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2@30	6.00	7.10

Tabla 2.77 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	28	10	15.96	96.98	1 No.2.5@30	22.04	24.63
A2	177.5	28	10	13.86	84.51	1 No.2.5@30	9.24	14.05
A3	60.0	21	6	0.39	96.98	NO	1.07	2.00
A4	177.5	28	10	13.86	150.20	1 No.2.5@30	9.45	15.59
A5	360.0	28	10	15.96	201.91	1 No.2.5@30	22.68	32.47
B1	172.5	21	6	35.28	150.20	NO	3.57	9.57
B2	172.5	21	6	35.28	179.49	NO	3.57	9.94
C1	345.0	28	10	16.28	150.20	1 No.2.5@30	19.23	23.83
C2	142.5	28	10	27.71	150.20	1 No.2.5@30	6.17	12.92
C3	142.5	28	10	27.71	201.91	1 No.2.5@30	6.35	14.66
C4	345.0	28	10	16.28	96.98	1 No.2.5@30	19.95	31.30

Tabla 2.78 - Propiedades de los muros del primer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	28	11	16.76	96.98	1 No.2.5@30	5.57	19.55
12	135.0	28	11	9.49	84.51	1 No.2.5@30	4.03	10.95
13	190.0	28	11	16.76	96.98	1 No.2.5@30	5.14	12.05
21	275.0	21	9	45.12	150.20	NO	7.27	13.90
22	275.0	21	9	62.20	201.91	NO	7.65	16.31
31	275.0	21	9	34.08	150.20	NO	7.30	12.09
41	580.0	21	7	143.98	179.49	NO	27.52	31.77
51	275.0	21	9	34.08	150.20	NO	9.32	11.63
61	275.0	21	9	45.12	150.20	NO	9.97	13.95
62	275.0	21	9	62.20	201.91	NO	10.38	16.10
71	190.0	28	11	16.76	96.98	1 No.2.5@30	10.17	19.55
72	135.0	28	11	9.49	84.51	1 No.2.5@30	7.13	11.00
73	190.0	28	11	16.76	96.98	1 No.2.5@30	9.80	12.05

Tabla 2.79 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	28	10	13.68	96.98	1 No.2.5@15	16.66	34.69
A2	177.5	28	10	11.88	84.51	1 No.2.5@15	14.55	18.26
A3	60.0	21	6	0.33	96.98	1 No.2.5@15	2.88	3.54
A4	177.5	28	10	11.88	81.34	1 No.2.5@15	14.96	18.26
A5	360.0	28	10	13.68	81.34	1 No.2.5@15	17.97	37.04
B1	172.5	21	6	30.24	81.34	NO	1.36	8.01
B2	172.5	21	6	30.24	179.49	NO	1.35	9.98
C1	345.0	28	10	13.96	81.34	1 No.2.5@15	14.78	33.48
C2	142.5	28	10	23.75	81.34	1 No.2.5@15	10.95	14.66
C3	142.5	28	10	23.75	81.34	1 No.2.5@15	11.51	14.66
C4	345.0	28	10	13.96	96.98	1 No.2.5@15	16.22	35.50

Tabla 2.80 - Propiedades de los muros del segundo nivel orientados en la dirección transversal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	28	11	14.37	96.98	1 No.2.5@15	9.53	19.55
12	135.0	28	11	8.13	84.51	1 No.2.5@15	8.45	13.89
13	190.0	28	11	14.37	96.98	1 No.2.5@15	9.13	17.57
21	275.0	21	6	38.67	81.34	NO	4.97	13.57
22	275.0	21	6	53.32	81.34	NO	5.71	14.48
31	275.0	21	6	29.21	81.34	NO	4.07	11.87
41	580.0	21	7	123.41	179.49	NO	21.62	29.31
51	275.0	21	6	29.21	81.34	NO	4.96	11.66
61	275.0	21	6	38.67	81.34	NO	6.01	13.74
62	275.0	21	6	53.32	81.34	NO	6.78	14.18
71	190.0	28	11	14.37	96.98	1 No.2.5@15	14.52	19.55
72	135.0	28	11	8.13	84.51	1 No.2.5@15	13.01	13.89
73	190.0	28	11	14.37	96.98	1 No.2.5@15	14.24	17.57

Tabla 2.81 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	28	10	11.40	96.98	1 No.2.5@15	15.09	34.39
A2	177.5	28	10	9.90	84.51	1 No.2.5@15	14.76	18.21
A3	60.0	21	6	0.28	96.98	1 No.2.5@15	3.04	3.43
A4	177.5	28	10	9.90	81.34	1 No.2.5@15	14.99	18.26
A5	360.0	28	10	11.40	81.34	1 No.2.5@15	16.43	37.04
B1	172.5	21	6	25.20	81.34	NO	0.69	7.05
B2	172.5	21	6	25.20	179.49	NO	0.68	9.40
C1	345.0	28	10	11.63	81.34	1 No.2.5@15	13.63	33.17
C2	142.5	28	10	19.79	81.34	1 No.2.5@15	11.12	14.66
C3	142.5	28	10	19.79	81.34	1 No.2.5@15	11.78	14.66
C4	345.0	28	10	11.63	96.98	1 No.2.5@15	15.09	35.50

Tabla 2.82 - Propiedades de los muros del tercer nivel orientados en la dirección transversal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	28	10	11.97	77.66	1 No.2.5@15	10.12	19.55
12	135.0	28	10	6.78	65.18	1 No.2.5@15	8.75	13.89
13	190.0	28	10	11.97	77.66	1 No.2.5@15	9.71	17.57
21	275.0	21	6	32.23	81.34	NO	4.43	13.04
22	275.0	21	6	44.43	81.34	NO	5.32	12.86
31	275.0	21	6	24.34	81.34	NO	3.09	11.46
41	580.0	21	7	102.84	152.55	NO	16.46	27.08
51	275.0	21	6	24.34	81.34	NO	3.66	11.42
61	275.0	21	6	32.23	81.34	NO	5.08	13.25
62	275.0	21	6	44.43	81.34	NO	6.03	12.56
71	190.0	28	10	11.97	77.66	1 No.2.5@15	14.72	19.55
72	135.0	28	10	6.78	65.18	1 No.2.5@15	12.88	13.89
73	190.0	28	10	11.97	77.66	1 No.2.5@15	14.42	17.57

Tabla 2.83 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	21	6	9.12	96.98	1 No.2.5@15	11.75	19.89
A2	177.5	28	10	7.92	84.51	1 No.2.5@15	14.76	17.79
A3	60.0	21	6	0.22	96.98	1 No.2.5@15	2.99	3.34
A4	177.5	28	10	7.92	81.34	1 No.2.5@15	14.94	18.26
A5	360.0	21	6	9.12	81.34	1 No.2.5@15	12.84	23.60
B1	172.5	21	6	20.16	81.34	NO	0.58	6.35
B2	172.5	21	6	20.16	179.49	NO	0.58	8.58
C1	345.0	21	6	9.30	81.34	1 No.2.5@15	10.75	19.24
C2	142.5	28	10	15.83	81.34	1 No.2.5@15	11.15	14.66
C3	142.5	28	10	15.83	81.34	1 No.2.5@15	11.89	14.66
C4	345.0	21	6	9.30	96.98	1 No.2.5@15	11.94	22.70

Tabla 2.84 - Propiedades de los muros del cuarto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	28	10	9.58	77.66	1 No.2.5@15	9.78	19.55
12	135.0	28	10	5.42	65.18	1 No.2.5@15	8.45	13.63
13	190.0	28	10	9.58	77.66	1 No.2.5@15	9.38	17.57
21	275.0	21	6	25.78	81.34	NO	3.85	12.30
22	275.0	21	6	35.55	81.34	NO	4.68	11.37
31	275.0	21	6	19.48	81.34	NO	2.29	10.85
41	580.0	21	6	82.27	133.22	NO	12.57	24.87
51	275.0	21	6	19.48	81.34	NO	2.72	10.91
61	275.0	21	6	25.78	81.34	NO	4.35	12.50
62	275.0	21	6	35.55	81.34	NO	5.26	11.11
71	190.0	28	10	9.58	77.66	1 No.2.5@15	14.00	19.55
72	135.0	28	10	5.42	65.18	1 No.2.5@15	12.17	13.64
73	190.0	28	10	9.58	77.66	1 No.2.5@15	13.68	17.57

Tabla 2.85 - Propiedades de los muros del quinto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	21	6	6.84	96.98	1 No.2.5@15	9.92	19.67
A2	177.5	28	10	5.94	84.51	1 No.2.5@15	12.69	17.45
A3	60.0	21	6	0.17	96.98	1 No.2.5@15	2.66	3.27
A4	177.5	28	10	5.94	81.34	1 No.2.5@15	12.89	17.84
A5	360.0	21	6	6.84	81.34	1 No.2.5@15	11.00	22.04
B1	172.5	21	6	15.12	81.34	NO	0.10	5.81
B2	172.5	21	6	15.12	179.49	NO	0.11	7.61
C1	345.0	21	6	6.98	81.34	1 No.2.5@15	9.12	18.99
C2	142.5	28	10	11.87	81.34	1 No.2.5@15	9.70	14.66
C3	142.5	28	10	11.87	81.34	1 No.2.5@15	10.52	14.66
C4	345.0	21	6	6.98	96.98	1 No.2.5@15	10.27	21.18

Tabla 2.86 - Propiedades de los muros del quinto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	28	10	7.18	77.66	1 No.2.5@15	8.97	19.55
12	135.0	28	10	4.07	65.18	1 No.2.5@15	7.80	13.28
13	190.0	28	10	7.18	77.66	1 No.2.5@15	8.58	17.58
21	275.0	21	6	19.34	81.34	NO	3.13	11.22
22	275.0	21	6	26.66	81.34	NO	4.03	10.11
31	275.0	21	6	14.61	81.34	NO	1.35	10.03
41	580.0	21	6	61.70	133.22	NO	8.66	22.60
51	275.0	21	6	14.61	81.34	NO	1.52	10.15
61	275.0	21	6	19.34	81.34	NO	3.30	11.39
62	275.0	21	6	26.66	81.34	NO	4.29	9.91
71	190.0	28	10	7.18	77.66	1 No.2.5@15	12.30	19.55
72	135.0	28	10	4.07	65.18	1 No.2.5@15	10.79	13.29
73	190.0	28	10	7.18	77.66	1 No.2.5@15	11.95	17.57

Tabla 2.87 - Propiedades de los muros del sexto nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	4.56	96.98	1 No.3@30	6.71	15.40
A2	177.5	21	6	3.96	84.51	1 No.3@30	9.84	12.70
A3	60.0	14	1	0.11	96.98	1 No.3@30	1.60	2.54
A4	177.5	21	6	3.96	81.34	1 No.3@30	10.04	12.84
A5	360.0	14	1	4.56	81.34	1 No.3@30	7.48	16.68
B1	172.5	14	1	10.08	81.34	NO	0.10	3.86
B2	172.5	14	1	10.08	179.49	NO	0.11	5.08
C1	345.0	14	1	4.65	81.34	1 No.3@30	6.13	14.86
C2	142.5	21	6	7.92	81.34	1 No.3@30	7.47	11.00
C3	142.5	21	6	7.92	81.34	1 No.3@30	8.18	10.85
C4	345.0	14	1	4.65	96.98	1 No.3@30	6.93	16.01

Tabla 2.88 - Propiedades de los muros del sexto nivel orientados en la dirección transversal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	21	6	4.79	66.88	1 No.3@30	7.19	14.19
12	135.0	21	6	2.71	57.53	1 No.3@30	5.98	9.62
13	190.0	21	6	4.79	66.88	1 No.3@30	6.84	13.09
21	275.0	14	1	12.89	44.07	NO	2.27	7.60
22	275.0	14	1	17.77	44.07	NO	2.94	6.63
31	275.0	14	1	9.74	44.07	NO	0.86	6.75
41	580.0	14	1	41.14	78.65	NO	4.98	15.21
51	275.0	14	1	9.74	44.07	NO	0.95	6.87
61	275.0	14	1	12.89	44.07	NO	2.43	7.71
62	275.0	14	1	17.77	44.07	NO	3.16	6.50
71	190.0	21	6	4.79	66.88	1 No.3@30	9.73	14.15
72	135.0	21	6	2.71	57.53	1 No.3@30	8.08	9.62
73	190.0	21	6	4.79	66.88	1 No.3@30	9.38	13.12

Tabla 2.89 - Propiedades de los muros del séptimo nivel orientados en la dirección longitudinal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

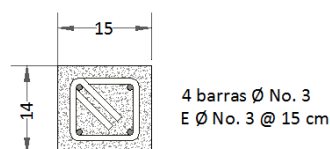
Dirección Longitudinal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
A1	360.0	14	1	2.28	96.98	NO	4.46	6.37
A2	177.5	14	1	1.98	84.51	1 No.2.5@30	6.23	8.58
A3	60.0	14	1	0.06	96.98	1 No.2.5@30	1.23	2.79
A4	177.5	14	1	1.98	81.34	1 No.2.5@30	6.41	8.54
A5	360.0	14	1	2.28	81.34	NO	5.18	6.89
B1	172.5	14	1	5.04	81.34	NO	0.71	3.43
B2	172.5	14	1	5.04	179.49	NO	0.72	4.01
C1	345.0	14	1	2.33	81.34	NO	4.05	6.16
C2	142.5	14	1	3.96	81.34	1 No.2.5@30	4.86	7.33
C3	142.5	14	1	3.96	81.34	1 No.2.5@30	5.43	7.06
C4	345.0	14	1	2.33	96.98	NO	4.78	6.60

Tabla 2.90 - Propiedades de los muros del séptimo nivel orientados en la dirección transversal, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Dirección Transversal								
Muro	L [cm]	t [cm]	Castillo [Tipo]	Pu [Ton]	Pr [Ton]	Ref. Hor.	Vu [Ton]	Vr [Ton]
11	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2.5@30	5.23	9.21
12	135.0	14	1	1.36	28.19	1 No.2.5@30	3.89	6.46
13	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2.5@30	4.92	9.08
21	275.0	14	1	6.45	44.07	NO	1.75	6.19
22	275.0	14	1	8.89	44.07	NO	2.65	5.61
31	275.0	14	1	4.87	44.07	NO	0.38	5.79
41	580.0	14	1	20.57	78.65	NO	1.02	12.63
51	275.0	14	1	4.87	44.07	NO	0.66	5.88
61	275.0	14	1	6.45	44.07	NO	1.58	6.24
62	275.0	14	1	8.89	44.07	NO	2.54	5.54
71	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2.5@30	6.58	9.14
72	135.0	14	1	1.36	28.19	1 No.2.5@30	4.93	6.46
73	190.0	14	1	2.39	34.43	1 No.2.5@30	6.24	9.14

2.4.2. EDIFICIOS DISEÑADOS MEDIANTE EL MÉTODO SIMPLIFICADO

En esta sección, se presentan los diseños estructurales correspondientes a los dos edificios diseñados conforme al método simplificado ubicados en la Zona del Lago del Valle de México, correspondientes a los edificios 10 y 11 de acuerdo a la tabla 2.1. En la figura 2.14 se muestran el castillo considerado para el refuerzo de los muros.



Castillo K-12

Figura 2.14 - Castillo considerado para el refuerzo de los muros en los edificios 10 y 11

Como se indicó en la Sección 2.2.3 “Análisis de Cargas”, se estima una carga uniforme en cada nivel de 0.80 Ton/m^2 . El área en planta de cada nivel es de 100.8 m^2 . En las siguientes tablas se muestra, para cada muro de ambos edificios, el cálculo de su carga axial resistente, de su carga actuante y de su cortante resistente, así como el cortante resistente por nivel en cada dirección ortogonal.

Tabla 2.91 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección longitudinal del primer nivel para el edificio de cuatro niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION LONGITUDINAL (X)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
A1	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	6.52	6.46
A2	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	5.66	3.52
A3	60	14	0.6	2.33	1	32	0.9	26.13	0.05	0.16	0.91
A4	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	5.66	3.52
A5	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	6.52	6.46
B1	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	14.40	5.13
B2	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	14.40	5.13
C1	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	6.65	6.27
C2	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	11.31	4.24
C3	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	11.31	4.24
C4	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	6.65	6.27
											52.15

Tabla 2.92 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección transversal del primer nivel para el edificio de cuatro niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION TRANSVERSAL (Y)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
11	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	6.84	4.02
12	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	3.87	2.46
13	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	6.84	4.02
21	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	18.42	7.36
22	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	25.39	8.61
31	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	13.91	6.55
41	600	14	0.6	2.33	0.8	572	0.7	71.64	18.36	58.77	19.40
51	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	13.91	6.55
61	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	18.42	7.36
62	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	25.39	8.61
71	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	6.84	4.02
72	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	3.87	2.46
73	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	6.84	4.02
											85.45

Tabla 2.93 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección longitudinal del segundo nivel para el edificio de cuatro niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION LONGITUDINAL (X)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
A1	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	4.89	6.17
A2	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	4.24	3.26
A3	60	14	0.6	2.33	1	32	0.9	26.13	0.05	0.12	0.90
A4	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	4.24	3.26
A5	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	4.89	6.17
B1	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	10.80	4.48
B2	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	10.80	4.48
C1	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	4.98	5.97
C2	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	8.48	3.73
C3	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	8.48	3.73
C4	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	4.98	5.97
											48.13

Tabla 2.94 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección transversal del segundo nivel para el edificio de cuatro niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION TRANSVERSAL (Y)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
11	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	5.13	3.72
12	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	2.90	2.29
13	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	5.13	3.72
21	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	13.81	6.53
22	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	19.04	7.47
31	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	10.43	5.92
41	600	14	0.6	2.33	0.8	572	0.7	71.64	18.36	44.07	16.75
51	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	10.43	5.92
61	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	13.81	6.53
62	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	19.04	7.47
71	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	5.13	3.72
72	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	2.90	2.29
73	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	5.13	3.72
											76.03

Tabla 2.95 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección longitudinal del tercer nivel para el edificio de cuatro niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION LONGITUDINAL (X)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
A1	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	3.26	5.88
A2	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	2.83	3.01
A3	60	14	0.6	2.33	1	32	0.9	26.13	0.05	0.08	0.90
A4	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	2.83	3.01
A5	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	3.26	5.88
B1	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	7.20	3.83
B2	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	7.20	3.83
C1	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	3.32	5.67
C2	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	5.65	3.22
C3	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	5.65	3.22
C4	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	3.32	5.67
											44.12

Tabla 2.96 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección transversal del tercer nivel para el edificio de cuatro niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION TRANSVERSAL (Y)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
11	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	3.42	3.41
12	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	1.94	2.11
13	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	3.42	3.41
21	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	9.21	5.70
22	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	12.69	6.33
31	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	6.96	5.29
41	600	14	0.6	2.33	0.8	572	0.7	71.64	18.36	29.38	14.11
51	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	6.96	5.29
61	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	9.21	5.70
62	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	12.69	6.33
71	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	3.42	3.41
72	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	1.94	2.11
73	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	3.42	3.41
											66.61

Tabla 2.97 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección longitudinal del cuarto nivel para el edificio de cuatro niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION LONGITUDINAL (X)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
A1	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	1.63	5.59
A2	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	1.41	2.75
A3	60	14	0.6	2.33	1	32	0.9	26.13	0.05	0.04	0.89
A4	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	1.41	2.75
A5	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	1.63	5.59
B1	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	3.60	3.18
B2	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	3.60	3.18
C1	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	1.66	5.37
C2	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	2.83	2.71
C3	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	2.83	2.71
C4	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	1.66	5.37
											40.10

Tabla 2.98 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección transversal del cuarto nivel para el edificio de cuatro niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION TRANSVERSAL (Y)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
11	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	1.71	3.10
12	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	0.97	1.94
13	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	1.71	3.10
21	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	4.60	4.87
22	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	6.35	5.19
31	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	3.48	4.67
41	600	14	0.6	2.33	0.8	572	0.7	71.64	18.36	14.69	11.46
51	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	3.48	4.67
61	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	4.60	4.87
62	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	6.35	5.19
71	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	1.71	3.10
72	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	0.97	1.94
73	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	1.71	3.10
											57.19

Tabla 2.99 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección longitudinal del primer nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION LONGITUDINAL (X)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
A1	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	9.77	7.05
A2	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	8.49	4.03
A3	60	14	0.6	2.33	1	32	0.9	26.13	0.05	0.24	0.92
A4	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	8.49	4.03
A5	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	9.77	7.05
B1	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	21.60	6.42
B2	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	21.60	6.42
C1	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	9.97	6.87
C2	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	16.96	5.26
C3	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	16.96	5.26
C4	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	9.97	6.87
											60.18

Tabla 2.100 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección transversal del primer nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION TRANSVERSAL (Y)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
11	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	10.26	4.64
12	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	5.81	2.81
13	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	10.26	4.64
21	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	27.62	9.01
22	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	38.08	10.90
31	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	20.87	7.80
41	600	14	0.6	2.33	0.8	572	0.7	71.64	18.36	88.15	24.69
51	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	20.87	7.80
61	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	27.62	9.01
62	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	38.08	10.90
71	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	10.26	4.64
72	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	5.81	2.81
73	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	10.26	4.64
											104.29

Tabla 2.101 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección longitudinal del segundo nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION LONGITUDINAL (X)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
A1	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	8.14	6.76
A2	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	7.07	3.77
A3	60	14	0.6	2.33	1	32	0.9	26.13	0.05	0.20	0.92
A4	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	7.07	3.77
A5	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	8.14	6.76
B1	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	18.00	5.78
B2	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	18.00	5.78
C1	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	8.31	6.57
C2	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	14.14	4.75
C3	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	14.14	4.75
C4	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	8.31	6.57
											56.16

Tabla 2.102 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección transversal del segundo nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION TRANSVERSAL (Y)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
11	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	8.55	4.33
12	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	4.84	2.64
13	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	8.55	4.33
21	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	23.02	8.19
22	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	31.74	9.76
31	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	17.39	7.17
41	600	14	0.6	2.33	0.8	572	0.7	71.64	18.36	73.46	22.04
51	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	17.39	7.17
61	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	23.02	8.19
62	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	31.74	9.76
71	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	8.55	4.33
72	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	4.84	2.64
73	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	8.55	4.33
											94.87

Tabla 2.103 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección longitudinal del tercer nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION LONGITUDINAL (X)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
A1	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	6.52	6.46
A2	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	5.66	3.52
A3	60	14	0.6	2.33	1	32	0.9	26.13	0.05	0.16	0.91
A4	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	5.66	3.52
A5	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	6.52	6.46
B1	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	14.40	5.13
B2	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	14.40	5.13
C1	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	6.65	6.27
C2	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	11.31	4.24
C3	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	11.31	4.24
C4	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	6.65	6.27
											52.15

Tabla 2.104 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección transversal del tercer nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION TRANSVERSAL (Y)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
11	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	6.84	4.02
12	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	3.87	2.46
13	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	6.84	4.02
21	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	18.42	7.36
22	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	25.39	8.61
31	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	13.91	6.55
41	600	14	0.6	2.33	0.8	572	0.7	71.64	18.36	58.77	19.40
51	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	13.91	6.55
61	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	18.42	7.36
62	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	25.39	8.61
71	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	6.84	4.02
72	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	3.87	2.46
73	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	6.84	4.02
											85.45

Tabla 2.105 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección longitudinal del cuarto nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION LONGITUDINAL (X)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
A1	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	4.89	6.17
A2	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	4.24	3.26
A3	60	14	0.6	2.33	1	32	0.9	26.13	0.05	0.12	0.90
A4	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	4.24	3.26
A5	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	4.89	6.17
B1	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	10.80	4.48
B2	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	10.80	4.48
C1	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	4.98	5.97
C2	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	8.48	3.73
C3	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	8.48	3.73
C4	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	4.98	5.97
											48.13

Tabla 2.106 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección transversal del cuarto nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION TRANSVERSAL (Y)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
11	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	5.13	3.72
12	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	2.90	2.29
13	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	5.13	3.72
21	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	13.81	6.53
22	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	19.04	7.47
31	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	10.43	5.92
41	600	14	0.6	2.33	0.8	572	0.7	71.64	18.36	44.07	16.75
51	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	10.43	5.92
61	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	13.81	6.53
62	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	19.04	7.47
71	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	5.13	3.72
72	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	2.90	2.29
73	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	5.13	3.72
											76.03

Tabla 2.107 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección longitudinal del quinto nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION LONGITUDINAL (X)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
A1	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	3.26	5.88
A2	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	2.83	3.01
A3	60	14	0.6	2.33	1	32	0.9	26.13	0.05	0.08	0.90
A4	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	2.83	3.01
A5	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	3.26	5.88
B1	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	7.20	3.83
B2	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	7.20	3.83
C1	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	3.32	5.67
C2	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	5.65	3.22
C3	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	5.65	3.22
C4	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	3.32	5.67
											44.12

Tabla 2.108 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección transversal del quinto nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION TRANSVERSAL (Y)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
11	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	3.42	3.41
12	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	1.94	2.11
13	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	3.42	3.41
21	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	9.21	5.70
22	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	12.69	6.33
31	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	6.96	5.29
41	600	14	0.6	2.33	0.8	572	0.7	71.64	18.36	29.38	14.11
51	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	6.96	5.29
61	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	9.21	5.70
62	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	12.69	6.33
71	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	3.42	3.41
72	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	1.94	2.11
73	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	3.42	3.41
											66.61

Tabla 2.109 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección longitudinal del sexto nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION LONGITUDINAL (X)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
A1	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	1.63	5.59
A2	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	1.41	2.75
A3	60	14	0.6	2.33	1	32	0.9	26.13	0.05	0.04	0.89
A4	170	14	0.6	2.33	1	142	0.9	32.16	1.77	1.41	2.75
A5	360	14	0.6	2.33	1	332	0.9	60.15	2.04	1.63	5.59
B1	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	3.60	3.18
B2	172.5	14	0.6	7.00	0.8	144.5	0.9	26.00	4.50	3.60	3.18
C1	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	1.66	5.37
C2	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	2.83	2.71
C3	150	14	0.6	2.33	1	122	0.9	29.89	3.53	2.83	2.71
C4	345	14	0.6	2.33	1	317	0.9	58.45	2.08	1.66	5.37
											40.10

Tabla 2.110 - Carga axial actuante, carga axial resistente y cortante resistente de muros en dirección transversal del sexto nivel para el edificio de seis niveles diseñado mediante el método simplificado

DIRECCION TRANSVERSAL (Y)											
MURO	LARGO [cm]	ANCHO [cm]	FR	e' [cm]	k	L' [cm]	FE	PR [Ton]	A trib [m ²]	P [Ton]	Vmr [Ton]
11	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	1.71	3.10
12	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	0.97	1.94
13	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	1.71	3.10
21	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	4.60	4.87
22	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	6.35	5.19
31	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	3.48	4.67
41	600	14	0.6	2.33	0.8	572	0.7	71.64	18.36	14.69	11.46
51	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	4.35	3.48	4.67
61	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	5.76	4.60	4.87
62	275	14	0.6	2.33	0.8	247	0.9	44.07	7.93	6.35	5.19
71	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	1.71	3.10
72	120	14	0.6	2.33	1	92	0.9	32.93	1.21	0.97	1.94
73	190	14	0.6	2.33	1	162	0.9	34.43	2.14	1.71	3.10
											57.19

De acuerdo a lo establecido anteriormente en la Sección 2.3.2 “Método Simplificado”, se toma el coeficiente sísmico reducido igual a 0.19. Con estos datos se realiza un análisis sísmico estático, el cual se muestra en las tablas 2.111 y 2.112. En ellas es posible observar que, para ambos edificios, el cortante resistente en ambas direcciones ortogonales es mayor que el cortante actuante, por lo que cumplen satisfactoriamente los requisitos del método simplificado y no es necesario entonces añadir refuerzo por cortante a ningún muro.

Tabla 2.111 - Análisis sísmico estático para edificio de cuatro niveles diseñado con el método simplificado

Nivel	W_i [Ton]	h_i [m]	$W_i h_i$ [Ton-m]	V_i [Ton]	F_i [Ton]	V_{Rx} [Ton]	V_{Ry} [Ton]
4	80.64	12.00	967.68	24.515	6.129	40.10	57.19
3	80.64	9.00	725.76	18.386	6.129	44.12	66.61
2	80.64	6.00	483.84	12.257	6.129	48.13	76.03
1	80.64	3.00	241.92	6.129	6.129	52.15	85.45
Σ	322.56		2419.20		24.515		

Tabla 2.112 - Análisis sísmico estático para edificio de seis niveles diseñado con el método simplificado

Nivel	W_i [Ton]	h_i [m]	$W_i h_i$ [Ton-m]	V_i [Ton]	F_i [Ton]	V_{Rx} [Ton]	V_{Ry} [Ton]
6	80.64	18.00	1451.52	26.266	4.378	40.10	57.19
5	80.64	15.00	1209.60	21.888	4.378	44.12	66.61
4	80.64	12.00	967.68	17.510	4.378	48.13	76.03
3	80.64	9.00	725.76	13.133	4.378	52.15	85.45
2	80.64	6.00	483.84	8.755	4.378	56.16	94.87
1	80.64	3.00	241.92	4.378	4.378	60.18	104.29
Σ	322.56		2419.20		26.266		

2.5 OBSERVACIONES ADICIONALES

En los diseños presentados en este capítulo se observan algunas diferencias entre los edificios de iguales alturas (4 y 6 niveles) al ser diseñados considerando una ubicación diferente o bien, un método distinto.

La primera diferencia se observa en los periodos del modo fundamental de vibración de los edificios diseñados mediante el método de la columna ancha, los cuales se muestran en la tabla 2.113.

Tabla 2.113 - Periodos correspondientes a los modos fundamentales de vibración de los edificios de cuatro y seis niveles diseñados con el método de la columna ancha.

Edificio	Zona de Lomas	Zona del Lago
4 Niveles, Dirección Longitudinal	0.46	0.45
4 Niveles, Dirección Transversal	0.47	0.46
6 Niveles, Dirección Longitudinal	0.72	0.64
6 Niveles, Dirección Transversal	0.80	0.70

De acuerdo a los datos de la tabla 2.113, los periodos de los edificios de 4 niveles en la Zona de Lomas y en la Zona del Lago del Valle de México son prácticamente iguales, lo cual se explica porque no existe un cambio en la rigidez de los edificios dado que los espesores de los muros en ambos edificios son iguales. Sin embargo, para los edificios de 6 niveles existe una diferencia en los periodos fundamentales, la cual se explica por el aumento en los espesores de los muros de los primeros 4 niveles del edificio diseñado en la Zona del Lago respecto del diseñado en la Zona de Lomas. Si se desprecia el aumento de masa en los edificios producido por el incremento en los espesores de muros y se considera que ésta no depende de la localización de los mismos, la diferencia en los periodos fundamentales implica que el edificio diseñado en la Zona del Lago tiene mayor rigidez lateral respecto del edificio diseñado en la Zona de Lomas, siendo un 26.6% más rígido en la dirección longitudinal y un 30.6% más rígido en la dirección transversal.

Respecto del refuerzo por corte de los muros, también existen diferencias significativas entre los edificios de iguales alturas, dependiendo de la zona sísmica considerada para su diseño o del método utilizado para realizar el mismo. De acuerdo a las tablas presentadas en la sección 2.4 para los edificios de 4 niveles (tablas 2.15 a 2.22, 2.47 a 2.54 y 2.111) y de 6 niveles (tablas 2.23 a 2.34, 2.65 a 2.76 y 2.112) solamente aquellos edificios diseñados en la Zona del Lago requieren refuerzo adicional por corte en sus muros. Lo anterior tiene serias implicaciones, ya que cabe resaltar que al

diseñar los edificios con el método simplificado se consideró un coeficiente sísmico igual a 0.19, que corresponde a la Zona del Lago del Valle de México.

Además, en las mismas tablas señaladas en el párrafo anterior se muestra que el tamaño y armado de los castillos de refuerzo de los muros varía considerablemente. En los edificios diseñados mediante el método dinámico en la Zona del Lago se tienen castillos de gran tamaño con armados densos y en aquellos diseñados en la Zona de Lomas se tienen castillos de tamaño intermedio con armados medianamente densos. En el caso de los edificios diseñados mediante el método simplificado se tienen castillos con dimensiones y armados mínimos de acuerdo a las NTC-M (2004). Esto implica que la capacidad a flexión de los edificios diseñados con el método simplificado es bastante inferior al de aquellos diseñados con el método de la columna ancha.

Por tanto, el uso del método simplificado en el diseño de edificios esbeltos de mampostería puede conducir a que tengan una capacidad inadecuada, como sugieren los diseños presentados en este trabajo, ya que se pondrían en campo edificios con espesores de muros más bajos de los necesarios y no se proporcionaría el refuerzo por corte requerido para cubrir las demandas de resistencia a corte. Aunado a lo anterior, cabe esperar una diferencia sustantiva en la capacidad a flexión de los edificios diseñados mediante el método simplificado respecto de la que correspondería a edificios diseñados con el método de la columna ancha que podría conducir a estructuras con una resistencia a flexión inferior a la necesaria.

CAPÍTULO 3

PROPIEDADES MECÁNICAS A NIVEL ELEMENTO

En este capítulo se presentan los modelos analíticos utilizados para describir el comportamiento a nivel elemento de la mampostería a flexión y a corte. Además, se presenta la metodología empleada para calcular las propiedades mecánicas a nivel elemento de los muros de mampostería, así como los resultados obtenidos para los muros de cada uno de los edificios considerados.

3.1. MODELOS ESFUERZO-DEFORMACIÓN

En un análisis no lineal es necesario considerar la mayor cantidad de factores que puedan influir en el comportamiento de la estructura analizada cuando ésta se encuentra cercana al estado límite de falla. Por ello, la correcta caracterización de las curvas esfuerzo-deformación de los materiales es muy importante ya que normalmente la resistencia última de los materiales es mayor que la resistencia de diseño, resultando en un aumento de la sobrerresistencia de las estructuras.

3.1.1 MODELO ESFUERZO AXIAL - DEFORMACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA

Para definir el comportamiento a flexión de un muro de mampostería se requiere conocer la curva esfuerzo axial - deformación de la mampostería. En la figura 3.1 se presenta la curva esfuerzo-deformación para mampostería neozelandesa propuesta por Priestley y Elder (1982) que consiste en una adaptación del modelo modificado de Park y Kent para concreto reforzado.

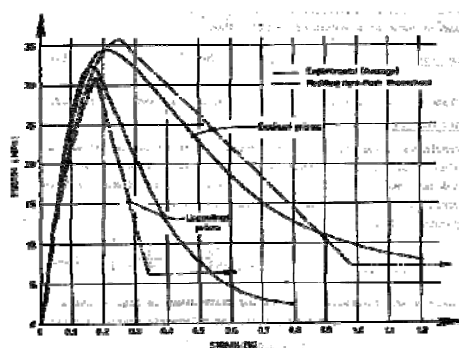


Figura 3.1 - Modelo esfuerzo-deformación propuesto por Priestley y Elder (1982).

En nuestro país, se han realizado estudios experimentales que han obtenido la curva esfuerzo-deformación de varios tipos de mampostería (Meli y Hernández 1971; Meli y Reyes 1971; Turkstra 1970); sin embargo, en dichos trabajos sólo se ha caracterizado la parte inicial de la curva esfuerzo-deformación (hasta el punto donde se alcanza el esfuerzo máximo de la mampostería). A la fecha no existe una caracterización completa de la curva esfuerzo-deformación de la mampostería mexicana.

Para esta tesis se consideró la curva esfuerzo-deformación que se muestra en la figura 3.2. Dicha curva se fijó con base en los resultados preliminares de Flores (2009) para mampostería de piezas macizas de tabique rojo y con los resultados de Meli (1971). La parte inicial de la curva sigue una relación cuadrática hasta el punto donde se alcanza el esfuerzo máximo de la mampostería (f'_m), a partir de dicho punto se consideró una relación lineal hasta el punto donde se alcanza el esfuerzo residual de la mampostería. Mas detalles del modelo usado pueden encontrarse en Flores (2009).

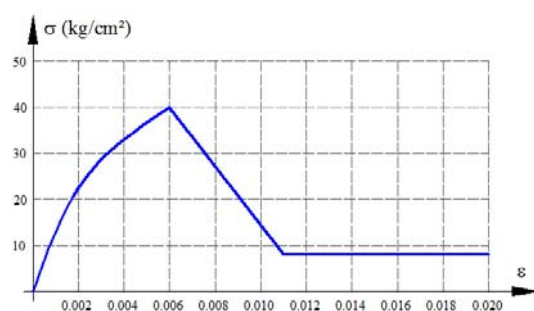


Figura 3.2 - Curva esfuerzo-deformación para la mampostería.

3.1.2 MODELO ESFUERZO-DEFORMACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO

En cuanto a la curva esfuerzo-deformación del acero de refuerzo se usó el modelo esfuerzo para aceros de refuerzo mexicanos propuesto por Rodríguez y Botero (1995), con los siguientes parámetros: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, $f_{su} = 7436 \text{ kg/cm}^2$, $\epsilon_{sy} = 0.002$, $\epsilon_{sh} = 0.006$, $\epsilon_{su} = 0.142$. En la figura 3.3 se muestra un esquema de la curva utilizada así como el significado de los parámetros considerados.

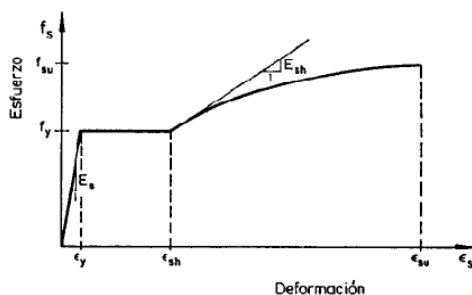


Figura 3.3 - Curva esfuerzo-deformación para el acero de refuerzo (Rodríguez y Botero 1995).

3.2. COMPORTAMIENTO A FLEXIÓN DE LA MAMPOSTERÍA

El comportamiento de muros de mampostería sometidos a un momento flexionante en su plano se estima a partir su relación momento-curvatura.

Las hipótesis consideradas para la obtención de los diagramas momento-curvatura fueron:

1. La mampostería en compresión se comporta conforme al modelo descrito en la figura 3.2.
2. La mampostería en tensión se comporta linealmente hasta la falla, la cual se presenta a una resistencia igual a $0.1f'_m$.
3. Durante el análisis las secciones transversales permanecen planas.
4. El acero de refuerzo se comporta conforme al modelo de Rodríguez y Botero (1995).
5. Existe adherencia perfecta entre el acero de refuerzo y el concreto en los castillos.

Para los cálculos se desarrolló un programa de computadora que contempla las hipótesis aquí descritas.

Una vez obtenido el diagrama momento-curvatura de cada muro se obtuvo una idealización bilineal para utilizarse en los análisis no-lineales. La idealización bilineal se muestra en la figura 3.4 y se caracteriza por el momento flexionante de fluencia (M_y), la curvatura de fluencia (ϕ_y), el momento flexionante último (M_u) y la curvatura última (ϕ_u).

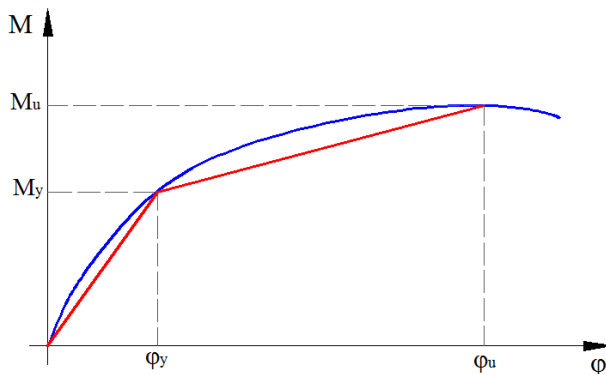


Figura 3.4 - Idealización bilineal del diagrama momento-curvatura.

Cabe mencionar que los diagramas de momento-curvatura dependen del nivel de carga axial en el muro. Para los cálculos presentados se supuso que el comportamiento del muro está definido por el diagrama momento curvatura asociado al nivel de carga axial producido por cargas gravitacionales.

3.3. COMPORTAMIENTO A CORTE DE LA MAMPOSTERÍA

El mecanismo de transmisión de esfuerzos cortantes en los muros de mampostería es complejo y su resistencia depende de diversos mecanismos individuales. Entre los factores que influyen en la resistencia a corte se encuentran la resistencia a tensión de la mampostería, los esfuerzos axiales sobre el muro, su relación de aspecto, la trabazón de los agregados, el mecanismo de dovela del acero de refuerzo vertical (en caso de que el muro cuente con refuerzo vertical interior) y el efecto de armadura del refuerzo por cortante (en caso de que el muro cuente con refuerzo horizontal interior).

En una primera instancia, un muro de mampostería resiste la tensión diagonal ocasionada por los esfuerzos cortantes de manera elástica y sin sufrir daño alguno hasta que se agrieta diagonalmente al alcanzar lo que se denomina cortante de agrietamiento. Este cortante de agrietamiento depende, en términos generales, de la resistencia a la tensión propia de la mampostería, la carga axial aplicada sobre el muro y la relación de aspecto del mismo.

Una vez ocurrido el agrietamiento diagonal del muro su resistencia a fuerza cortante comienza a depender de diversos mecanismos de transmisión de esfuerzos, tales como la presencia del refuerzo por cortante (el cual no comienza a trabajar antes del agrietamiento) que impide la apertura de las grietas en el muro, la trabazón de los agregados y las fuerzas de dovela en el refuerzo vertical. Estos mecanismos se combinan dependiendo de la amplitud del desplazamiento y la carga aplicada hasta que se alcanza lo que se denomina cortante máximo.

Habiéndose alcanzado la resistencia máxima del muro de mampostería ésta comienza a decrecer hasta alcanzar su resistencia residual. El cortante residual depende únicamente de la contribución de la mampostería y del efecto de dovela del refuerzo horizontal (en caso de existir). En la figura 3.5 se presenta un esquema del comportamiento arriba descrito en donde cada punto de la curva está asociado a un desplazamiento lateral.

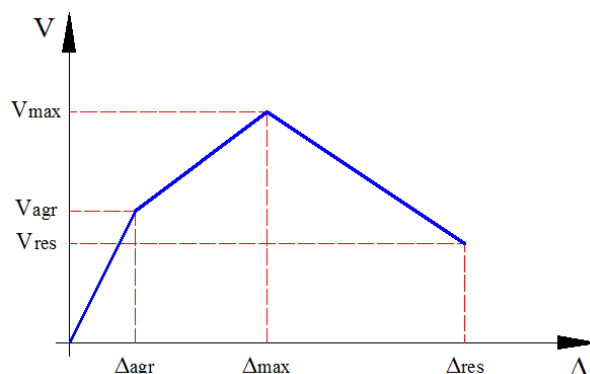


Figura 3.5 - Esquema del comportamiento a corte de la mampostería.

3.3.1 CORTANTE DE AGRIETAMIENTO

Para el presente trabajo, el cortante de agrietamiento se toma como el calculado mediante la ecuación de la Sección 5.4.2 de las NTC-M para la fuerza cortante resistida por la mampostería (Zúñiga Cuevas 2005).

$$V_{agr} = FR(0.5v_m^* A_T + 0.3P) \quad (3.1)$$

donde $FR = 1.0$, A_T es el área bruta del muro en planta, P es la carga axial que soporta el muro y, de la Sección 2.8.2.2 de las NTC-M, se toma la resistencia a la compresión diagonal $v_m^* = 3.5 \text{ kg/cm}^2$.

3.3.2 CORTANTE MÁXIMO

El cortante máximo se calculó conforme a la propuesta de Voon e Ingham (2007), debido a que toma en cuenta de manera transparente la interacción flexión-cortante en la resistencia a corte. Este modelo considera que una vez que se presenta el agrietamiento diagonal del muro de mampostería la resistencia a corte está determinada por la suma de las contribuciones del cortante residual de la mampostería, de la carga axial y del refuerzo horizontal por cortante.

$$V_{max} = V_m + V_p + V_s \quad (3.2)$$

La resistencia residual a corte de la mampostería, en KN, está definida por la ecuación (3.3).

$$V_m = 0.8k \left[0.022\rho_v f_{yv} + 0.083 \left(4 - 1.75 \frac{M}{VL} \right) \right] A_g \sqrt{f_m^*} \quad (3.3)$$

donde ρ_v es la cuantía del refuerzo vertical interior del muro, f_{yv} es el esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo vertical interior del muro, M es el momento flexionante que actúa sobre el muro, V es la fuerza cortante que actúa sobre el muro, L es la longitud del muro, A_g es el área de sección transversal bruta en planta del muro, f_m^* es la resistencia a la compresión de la mampostería y k es un factor de interacción entre el cortante y el momento flexionante, que está definido por la ecuación (3.4).

$$k = \begin{cases} 1.0 & \mu \leq 1.25 \\ 1 - \frac{\mu - 1.25}{4 - 1.25} & 1.25 < \mu < 4 \\ 0 & \mu \geq 4 \end{cases} \quad (3.4)$$

donde μ es la ductilidad de desplazamiento del muro. La expresión anterior se presenta de manera gráfica en la figura 3.6.

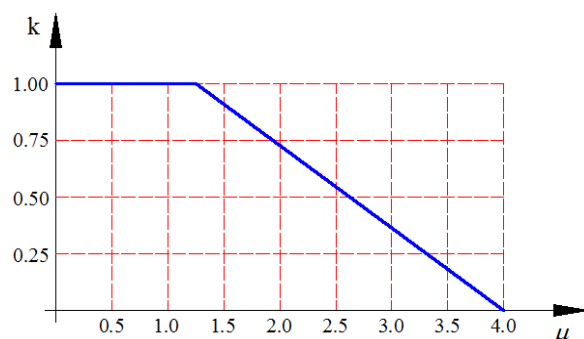


Figura 3.6 - Factor de Interacción flexión-cortante de acuerdo a Voon e Ingham (2007).

Es importante mencionar que la curva de interacción mostrada en la figura 3.6 fue obtenida para mampostería fabricada en Nueva Zelanda. Dado que las piezas usadas en nuestro país para fabricación de mampostería son de menor calidad y de menor resistencia es posible que la curva de interacción mostrada no necesariamente describa de forma adecuada la interacción flexión-corte para la mampostería fabricada en nuestro país. Sin embargo, debido a falta de este tipo de estudios en nuestro país se utilizó la propuesta de Voon e Ingham (2007) para los análisis presentados.

La contribución a la resistencia a corte de la carga axial, en KN, se determina mediante la ecuación (3.5).

$$V_p = 0.9P \left(\frac{L - a}{H} \right) \quad (3.5)$$

donde P es la carga axial factorizada en KN, L es la longitud del muro, a es la profundidad del eje neutro del muro y H es la altura del muro. La ecuación (3.5) considera la inclinación del puntal a compresión en el muro de mampostería a diferencia de la ecuación de las NTC-M (2004).

Por último, la contribución a la resistencia a corte del acero de refuerzo, en KN, está dada por la ecuación (3.6).

$$V_s = A_h f_{yh} \frac{L - 2r - 35d_{bh}}{s_h} \quad (3.6)$$

donde A_h es el área de sección transversal de una barra de refuerzo horizontal por cortante, f_{yh} es el esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo horizontal, L es la longitud del muro, r es el

recubrimiento del acero vertical del castillo, d_{bh} es el diámetro de una barra de refuerzo horizontal y s_h es la separación vertical entre barras horizontales de refuerzo por cortante.

3.3.3 INTERACCIÓN FLEXIÓN-CORTANTE

A pesar de que usualmente un muro de mampostería se diseña como un elemento que trabajará fundamentalmente a corte, tiene también una capacidad intrínseca para resistir un momento flexionante en su plano.

Esta resistencia está determinada por el par interno producido por la fuerza de compresión en uno de los extremos del muro y la fuerza de tensión en el extremo opuesto. El par de compresión lo proporciona la resultante de las fuerzas de compresión en la mampostería y en el acero de refuerzo colocado dentro del castillo en el extremo en compresión, mientras que el par de tensión lo proporciona la resultante de las fuerzas en el acero de refuerzo ubicado dentro del castillo en el extremo en tensión, como se ejemplifica en la figura 3.7.

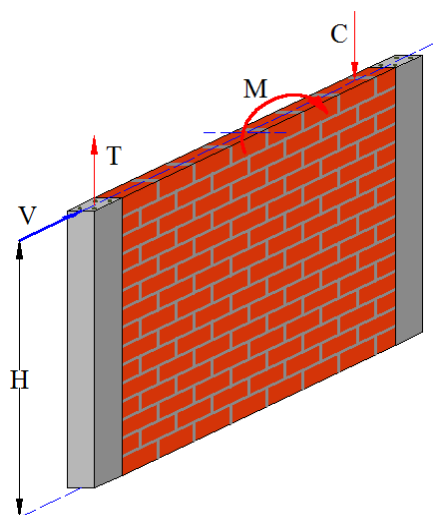


Figura 3.7 - Momento resistente de muro de mampostería

De la figura anterior es posible calcular el cortante máximo que es capaz de resistir dicho muro asociado a una falla a flexión mediante la ecuación (3.7).

$$V_{flex} = \frac{M_y}{H} \quad (3.7)$$

donde H es la altura del muro y M_y es el momento resistente a flexión. Cuando se toma en cuenta este cortante resistente debido a la capacidad a flexión de los muros de mampostería, se distinguen tres modos de falla, a saber:

1. Falla a Flexión, la cual se presenta cuando $V_{flex} < V_{res}$, como se muestra en la figura 3.8, donde V es el cortante y Δ es el desplazamiento lateral. En este caso la resistencia a flexión es menor que la resistencia a corte y se produce una falla por flexión. El comportamiento del muro está regido por las propiedades mecánicas a flexión del muro.

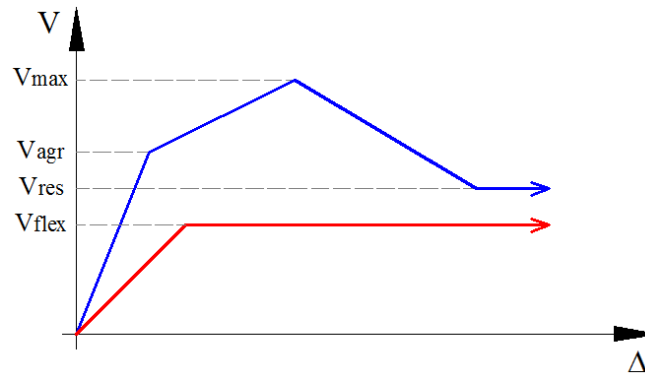


Figura 3.8 - Falla a Flexión de un muro de mampostería

2. Falla a Cortante, la cual se presenta cuando $V_{flex} > V_{max}$, como se ilustra en la figura 3.9. en este caso la resistencia a flexión es mayor que la resistencia a corte y el comportamiento del muro queda gobernado por las propiedades mecánicas a corte del muro.

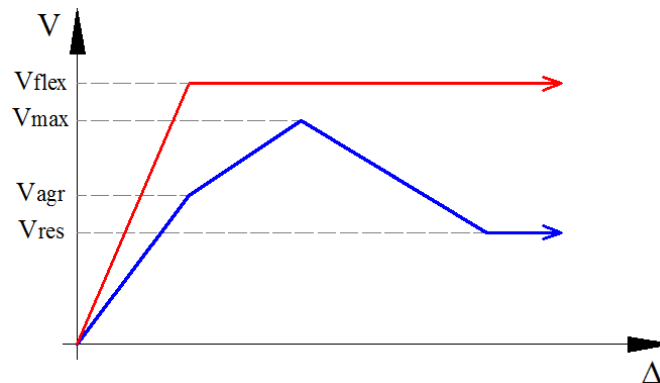


Figura 3.9 - Falla a Cortante de un muro de mampostería

3. Falla con Interacción Flexión-Cortante, la cual se presenta cuando $V_{res} < V_{flex} < V_{max}$, como se muestra en la figura 3.10. En este caso el muro comienza a fallar a flexión pero a cierto nivel de deformación lateral se alcanza la resistencia a corte y se produce una falla combinada a flexión-corte. Una interpretación física de este tipo de falla es que con el comportamiento a flexión se generan grietas en la mampostería que afectan la resistencia

a corte y, a cierto nivel de deformación, ocasionan que se presente la falla por corte a un nivel de carga menor que V_{max} .

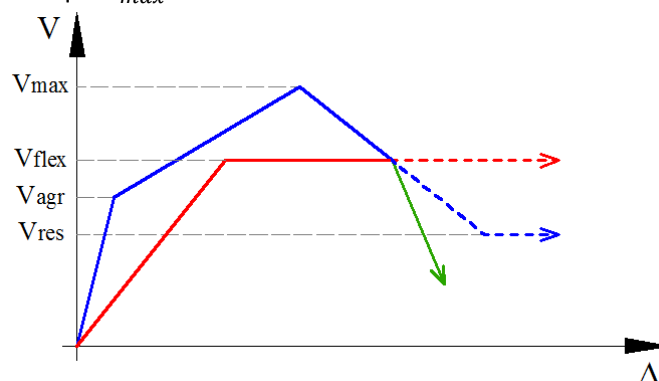


Figura 3.10 - Falla con Interacción Flexión-Cortante de un muro de mampostería

De manera implícita, las NTC-M (2004) consideran que el cortante resistente por flexión de un muro de mampostería es superior al cortante máximo, por lo que se presentaría una falla por cortante. Esto es cierto en términos generales, ya que es válido para muros robustos, es decir, con relaciones de aspecto (H/L) bajas; sin embargo, para muros esbeltos esta suposición puede no ser cierta dependiendo de la cantidad de acero de refuerzo a flexión del muro.

Como se mencionó anteriormente, para determinar el nivel de influencia que tiene la interacción flexión-cortante en la resistencia a nivel global de la estructura, se hizo uso del factor k definido previamente.

Para ello, se calcularon dos veces los cortantes resistentes para todos los muros que conforman a cada edificio. La primera vez se estimaron los cortantes resistentes considerando $k = 1$, es decir, que no hay interacción flexión-cortante y que la capacidad a corte de los muros no se ve disminuida por la presencia de momentos flexionantes. La segunda vez, se calculó el factor k suponiendo que μ es igual al factor de comportamiento sísmico Q en la ecuación definida previamente para k ; así, considerando $Q = 2$, entonces $k = 0.727$, lo que significa que la capacidad a corte de los muros de mampostería se verá reducida en poco más de un 27% debido a la demanda de ductilidad supuesta para la estructura.

3.3.4 RIGIDEZ LATERAL ELÁSTICA DE MUROS DE MAMPOSTERÍA

Al idealizar un muro de mampostería como un elemento bidimensional tipo viga que, dadas sus condiciones de apoyo para el tipo de estructura analizada, se deforma en doble curvatura ante una carga lateral, es posible determinar su rigidez lateral elástica mediante las ecuaciones del análisis estructural (Tena 2007) como sigue:

Sea la rigidez lateral de un elemento viga bidimensional, incluyendo las deformaciones por cortante:

$$K = \frac{12EI}{L^3(1 + \Phi)} \quad (3.8)$$

donde

$$\Phi = \frac{12EI}{GAL^2} \quad (3.9)$$

E es el módulo de elasticidad, G es el módulo de cortante, I es el momento de inercia de la sección transversal, A es el área de la sección transversal y L es la longitud del elemento. Manipulando algebraicamente las dos expresiones anteriores se tiene que:

$$K = \left(\frac{L^3(1 + \Phi)}{12EI} \right)^{-1} = \left(\frac{L^3}{12EI} + \frac{L^3\Phi}{12EI} \right)^{-1} = \left(\frac{L^3}{12EI} + \frac{L}{GA} \right)^{-1} \quad (3.10)$$

Sustituyendo la longitud L de un elemento por la altura H del muro, y nombrando a la rigidez lateral elástica como K_o , se obtiene la siguiente expresión:

$$K_o = \left(\frac{H^3}{12EI} + \frac{H}{GA} \right)^{-1} \quad (3.11)$$

3.3.5 DESPLAZAMIENTOS LATERALES ASOCIADOS A LA CURVA $V-\Delta$

Como se muestra en la Figura , los tres puntos de interés (V_{agr} , V_{max} y V_{ult}) en la curva $V - \Delta$ que define el comportamiento a corte de un muro de mampostería, están asociados a otros tantos desplazamientos laterales: Δ_{agr} , Δ_{max} y Δ_{ult} .

Uno de los modelos propuestos para determinar la curva $V - \Delta$ es el de Flores y Alcocer (1995), el cual se basa en datos experimentales obtenidos en el CENAPRED. Este modelo establece que las distorsiones que puede alcanzar un muro de mampostería dependen únicamente de que cuenten o no con refuerzo horizontal.

Los desplazamientos laterales que puede sufrir un muro de mampostería, siguiendo este modelo, se calculan mediante las ecuaciones presentadas en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 - Ecuaciones para calcular los desplazamientos laterales para muros de mampostería confinada, siguiendo el modelo propuesto por Flores y Alcocer (2005).

Desplazamiento Lateral	Mampostería Confinada sin refuerzo horizontal	Mampostería Confinada con refuerzo horizontal
Agrietamiento	$\Delta_{agr} = \frac{V_{agr}}{K_o H} H_{ent}$	$\Delta_{agr} = \frac{V_{agr}}{K_o H} H_{ent}$
Máximo	$\Delta_{max} = 0.003 H_{ent}$	$\Delta_{max} = 0.006 H_{ent}$
Último	$\Delta_{ult} = 0.005 H_{ent}$	$\Delta_{ult} = 0.010 H_{ent}$

En la tabla 3.1 V_{agr} es el cortante de agrietamiento calculado conforme a las NTC-M (2004) con factor de reducción unitario, K_o es la rigidez lateral elástica, H_{ent} es la altura de entrepiso. En estas ecuaciones es posible observar que el desplazamiento de agrietamiento no depende de la presencia de acero de refuerzo y que los desplazamientos máximo y último para muros con refuerzo son exactamente el doble que para muros sin refuerzo. La propuesta de Flores y Alcocer (2005) se basa en el ensaye de 11 muros de mampostería, cuyas características se muestran en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 – Características de los muros ensayados por Flores y Alcocer (2005)

Muro	H [cm]	L [cm]	H/L	ρ_h
1	250	500	0.5	0
2	250	500	0.5	0
3	250	500	0.5	0.00094
4	250	500	0.5	0.00106
5	350	500	0.7	0
6	500	500	1.0	0
7	250	250	1.0	0
8	250	250	1.0	0.00071
9	250	250	1.0	0.00180
10	250	250	1.0	0.00200

Es claro que los desplazamientos mostrados en la tabla 3.1 son razonables para muros con relaciones de aspecto cercanas a la unidad. Sin embargo, no necesariamente son adecuadas para muros con otras relaciones de aspecto. Para estudiar el efecto de la relación de aspecto en los desplazamientos asociados a diferentes estados límite se revisó el trabajo de Astroza y Schmidt (2004) el cual recopila resultados de diferentes ensayos de muros de mampostería confinada.

Con los datos reportados en Astroza y Schmidt (2004) se construyó la figura 3.11, en la que se muestra la distorsión máxima como función de la relación de aspecto que alcanzaron los muros de mampostería de la recopilación mencionada. Además, en la figura 3.12 se presenta la distorsión de colapso como función de la relación de aspecto.

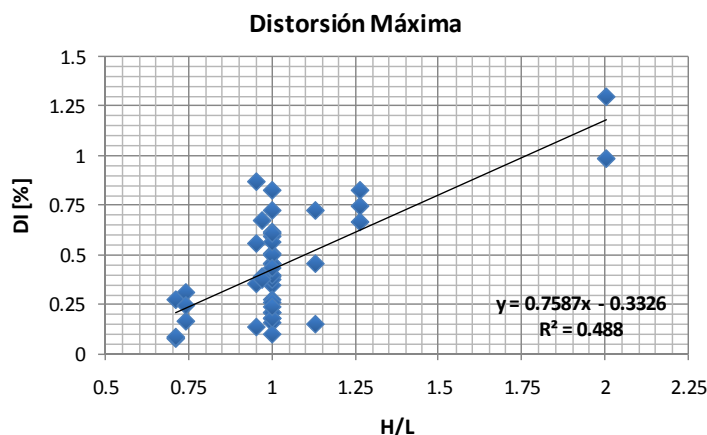


Figura 3.11 - Distorsión Máxima de muros de mampostería (Astroza y Schmidt 2004)

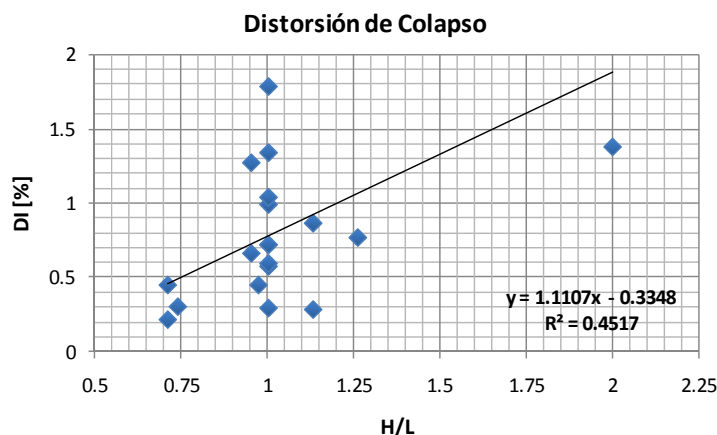


Figura 3.12 - Distorsión de Colapso de muros de mampostería (Astroza y Schmidt 2004)

Aunque se tienen pocos datos es claro el efecto de la relación de aspecto en ambos niveles de distorsión. Por simplicidad y a falta de más resultados experimentales se decidió hacer una interpolación lineal para estimar los diferentes niveles de distorsión en función de la relación de aspecto del muro.

Los desplazamientos laterales que puede sufrir un muro de mampostería, siguiendo este modelo, se calculan conforme a la tabla 3.3.

Tabla 3.3 - Ecuaciones para calcular los desplazamientos laterales para muros de mampostería confinada

Desplazamiento Lateral	
Agrietamiento	$\Delta_{agr} = \frac{V_{agr}}{K_o H} H_{ent}$
Máximo	$\Delta_{max} = \begin{cases} 0.002 H_{ent} & H/L \leq 0.71 \\ \frac{(0.7587 H_{ent} - 0.3326)}{100} & 0.71 < H/L < 2 \\ 0.012 H_{ent} & H/L \geq 2 \end{cases}$
Último	$\Delta_{ult} = \begin{cases} 0.005 H_{ent} & H/L \leq 0.71 \\ \frac{(1.1107 H_{ent} - 0.3348)}{100} & 0.71 < H/L < 2 \\ 0.019 H_{ent} & H/L \geq 2 \end{cases}$

Resulta evidente que la relación de aspecto de los muros de mampostería tiene gran influencia sobre su capacidad de deformación lateral cuando son considerados de manera individual o aislada. Sin embargo, no es claro el grado de influencia que tiene la relación de aspecto de los muros de mampostería considerados como un conjunto cuando se estima la capacidad de deformación global de una estructura. Por ello, se calcularon los desplazamientos laterales asociados a las resistencias a corte de los muros de mampostería de las estructuras consideradas siguiendo los dos enfoques anteriormente expuestos.

3.4. PROPIEDADES A FLEXIÓN

Con los modelos esfuerzo-deformación definidos previamente se realizó el cálculo de los diagramas momento-curvatura para los muros de los edificios considerados. En el Apéndice B se presentan los diagramas momento-curvatura obtenidos para cada uno de los muros de la planta baja, organizados por nivel y por edificio. Los resultados obtenidos para los muros de los edificios considerados se resumen en las tablas 3.4 a 3.14.

Tabla 3.4 - Propiedades no-lineales a flexión de los muros del primer nivel del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México.

Dir	Nivel	Muro	M_y [Ton-m]	M_u [Ton-m]	L_p [m]	ϕ_y [10 ⁻⁵ /m]	ϕ_u [10 ⁻⁵ /m]	Mec. Dom.	H_{ent}/L_m	Comport.	M_u / M_y	ϕ_u / ϕ_y
X	1	A1	74.535	94.952	1.800	1.440	10.444	Flexión	0.833	Interacción	1.274	7.254
		A2	31.556	37.340	0.888	3.060	13.295	Flexión	1.690	Interacción	1.183	4.345
		A3	6.251	7.640	0.300	9.472	60.818	Flexión	5.000	Flexión	1.222	6.421
		A4	31.556	37.340	0.888	3.060	13.295	Flexión	1.690	Interacción	1.183	4.345
		A5	74.535	94.952	1.800	1.440	10.444	Flexión	0.833	Interacción	1.274	7.254
		B1	32.331	34.559	0.863	4.454	5.732	Flexión	1.739	Interacción	1.069	1.287
		B2	32.331	37.562	0.863	5.020	5.571	Flexión	1.739	Interacción	1.162	1.110
		C1	70.750	90.439	1.725	1.447	10.332	Flexión	0.870	Interacción	1.278	7.139
		C2	25.271	27.261	0.713	5.636	6.972	Flexión	2.105	Interacción	1.079	1.237
		C3	25.271	27.261	0.713	5.636	6.972	Flexión	2.105	Interacción	1.079	1.237
		C4	70.750	90.439	1.725	1.447	10.332	Flexión	0.870	Interacción	1.278	7.139
		11	35.515	41.877	0.950	2.958	10.983	Flexión	1.579	Interacción	1.179	3.713
		12	20.588	25.073	0.675	3.677	18.511	Flexión	2.222	Interacción	1.218	5.034
Y	1	13	35.515	41.877	0.950	2.958	10.983	Flexión	1.579	Interacción	1.179	3.713
		21	76.324	79.329	1.375	3.005	3.814	Flexión	1.091	Interacción	1.039	1.269
		22	61.040	64.623	1.375	2.530	3.108	Flexión	1.091	Interacción	1.059	1.228
		31	70.882	77.535	1.375	2.573	4.922	Flexión	1.091	Interacción	1.094	1.913
		41	272.080	295.120	2.900	1.086	1.395	Corte	0.517	Cortante	1.085	1.285
		51	70.882	77.535	1.375	2.573	4.922	Flexión	1.091	Interacción	1.094	1.913
		61	76.324	79.329	1.375	3.005	3.814	Flexión	1.091	Interacción	1.039	1.269
		62	61.040	64.623	1.375	2.530	3.108	Flexión	1.091	Interacción	1.059	1.228
		71	35.515	41.877	0.950	2.958	10.983	Flexión	1.579	Interacción	1.179	3.713
		72	20.588	25.073	0.675	3.677	18.511	Flexión	2.222	Interacción	1.218	5.034
		73	35.515	41.877	0.950	2.958	10.983	Flexión	1.579	Interacción	1.179	3.713

Tabla 3.5 - Propiedades no-lineales a flexión de los muros del primer nivel del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México.

Dir	Nivel	Muro	M_y [Ton-m]	M_u [Ton-m]	L_p [m]	ϕ_y [10 ⁻⁵ /m]	ϕ_u [10 ⁻⁵ /m]	Mec. Dom.	H_{ent}/L_m	Comport.	M_u / M_y	ϕ_u / ϕ_y
X	1	A1	82.552	104.090	1.800	1.331	7.331	Flexión	0.833	Interacción	1.261	5.509
		A2	35.445	39.247	0.888	3.854	8.605	Flexión	1.690	Interacción	1.107	2.233
		A3	6.273	7.809	0.300	9.272	62.742	Flexión	5.000	Flexión	1.245	6.767
		A4	35.445	39.247	0.888	3.854	8.605	Flexión	1.690	Interacción	1.107	2.233
		A5	82.552	104.090	1.800	1.331	7.331	Flexión	0.833	Interacción	1.261	5.509
		B1	18.110	20.098	0.863	3.152	3.851	Flexión	1.739	Flexión	1.110	1.222
		B2	18.110	20.098	0.863	3.152	3.851	Flexión	1.739	Flexión	1.110	1.222
		C1	81.316	99.031	1.725	1.506	7.230	Flexión	0.870	Interacción	1.218	4.803
		C2	16.852	17.758	0.713	4.422	4.860	Flexión	2.105	Flexión	1.054	1.099
		C3	16.852	17.758	0.713	4.422	4.860	Flexión	2.105	Flexión	1.054	1.099
		C4	81.316	99.031	1.725	1.506	7.230	Flexión	0.870	Interacción	1.218	4.803
		11	40.308	44.163	0.950	3.802	6.402	Flexión	1.579	Interacción	1.096	1.684
		12	22.562	25.966	0.675	4.520	12.728	Flexión	2.222	Interacción	1.151	2.816
		13	40.308	44.163	0.950	3.802	6.402	Flexión	1.579	Interacción	1.096	1.684
Y	1	21	55.283	58.066	1.375	2.373	2.817	Flexión	1.091	Interacción	1.050	1.187
		22	69.539	73.711	1.375	2.211	2.522	Flexión	1.091	Interacción	1.060	1.141
		31	71.495	76.897	1.375	2.880	3.413	Flexión	1.091	Interacción	1.076	1.185
		41	189.300	202.190	2.900	0.918	1.068	Corte	0.517	Cortante	1.068	1.163
		51	71.495	76.897	1.375	2.880	3.413	Flexión	1.091	Interacción	1.076	1.185
		61	55.283	58.066	1.375	2.373	2.817	Flexión	1.091	Interacción	1.050	1.187
		62	69.539	73.711	1.375	2.211	2.522	Flexión	1.091	Interacción	1.060	1.141
		71	40.308	44.163	0.950	3.802	6.402	Flexión	1.579	Interacción	1.096	1.684
		72	22.562	25.966	0.675	4.520	12.728	Flexión	2.222	Interacción	1.151	2.816
		73	40.308	44.163	0.950	3.802	6.402	Flexión	1.579	Interacción	1.096	1.684

Tabla 3.6 - Propiedades no-lineales a flexión de los muros del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México.

Dir	Nivel	Muro	M_y [Ton-m]	M_u [Ton-m]	L_p [m]	ϕ_y [10 ⁻⁵ /m]	ϕ_u [10 ⁻⁵ /m]	Mec. Dom.	H_{ent}/L_m	Comport.	M_u / M_y	ϕ_u / ϕ_y
X	1	A1	47.459	75.691	1.800	1.144	33.196	Flexión	0.833	Flexión	1.595	29.023
		A2	22.451	33.121	0.888	2.783	38.704	Flexión	1.690	Flexión	1.475	13.907
		A3	6.248	7.865	0.300	9.034	73.516	Flexión	5.000	Flexión	1.259	8.138
		A4	21.009	33.121	0.888	2.071	38.704	Flexión	1.690	Flexión	1.577	18.687
		A5	47.459	75.691	1.800	1.144	33.196	Flexión	0.833	Flexión	1.595	29.023
		B1	21.788	32.036	0.863	2.747	38.113	Flexión	1.739	Flexión	1.470	13.875
		B2	21.788	32.036	0.863	2.747	38.113	Flexión	1.739	Flexión	1.470	13.875
		C1	45.088	72.084	1.725	1.116	32.733	Flexión	0.870	Flexión	1.599	29.331
		C2	17.287	25.298	0.713	2.925	42.150	Flexión	2.105	Flexión	1.463	14.409
		C3	17.287	25.298	0.713	2.925	42.150	Flexión	2.105	Flexión	1.463	14.409
		C4	45.088	72.084	1.725	1.116	32.733	Flexión	0.870	Flexión	1.599	29.331
		11	23.350	35.984	0.950	2.001	37.979	Flexión	1.579	Flexión	1.541	18.976
		12	16.146	23.630	0.675	3.014	42.818	Flexión	2.222	Flexión	1.464	14.207
Y	1	13	23.350	35.984	0.950	2.001	37.979	Flexión	1.579	Flexión	1.541	18.976
		21	34.320	55.745	1.375	1.289	34.460	Flexión	1.091	Flexión	1.624	26.732
		22	34.320	55.745	1.375	1.289	34.460	Flexión	1.091	Flexión	1.624	26.732
		31	34.320	55.745	1.375	1.289	34.460	Flexión	1.091	Flexión	1.624	26.732
		41	77.861	126.130	2.900	0.681	25.184	Flexión	0.517	Flexión	1.620	36.981
		51	34.320	55.745	1.375	1.289	34.460	Flexión	1.091	Flexión	1.624	26.732
		61	34.320	55.745	1.375	1.289	34.460	Flexión	1.091	Flexión	1.624	26.732
		62	34.320	55.745	1.375	1.289	34.460	Flexión	1.091	Flexión	1.624	26.732
		71	23.350	35.984	0.950	2.001	37.979	Flexión	1.579	Flexión	1.541	18.976
		72	16.146	23.630	0.675	3.014	42.818	Flexión	2.222	Flexión	1.464	14.207
		73	23.350	35.984	0.950	2.001	37.979	Flexión	1.579	Flexión	1.541	18.976

Tabla 3.7 - Propiedades no-lineales a flexión de los muros del primer nivel del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México.

Dir	Nivel	Muro	M_y [Ton-m]	M_u [Ton-m]	L_p [m]	ϕ_y [10 ⁻⁵ /m]	ϕ_u [10 ⁻⁵ /m]	Mec. Dom.	H_{ent}/L_m	Comport.	M_u / M_y	ϕ_u / ϕ_y
X	1	A1	60.021	85.219	1.800	1.108	16.705	Flexión	0.833	Interacción	1.420	15.082
		A2	26.879	35.413	0.888	2.506	24.847	Flexión	1.690	Interacción	1.317	9.914
		A3	5.990	7.708	0.300	9.514	70.281	Flexión	5.000	Flexión	1.287	7.387
		A4	26.879	35.413	0.888	2.506	24.847	Flexión	1.690	Interacción	1.317	9.914
		A5	60.021	85.219	1.800	1.108	16.705	Flexión	0.833	Interacción	1.420	15.082
		B1	33.113	37.648	0.863	3.631	10.974	Flexión	1.739	Interacción	1.137	3.022
		B2	33.113	37.648	0.863	3.631	10.974	Flexión	1.739	Interacción	1.137	3.022
		C1	60.405	81.652	1.725	1.114	17.510	Flexión	0.870	Interacción	1.352	15.717
		C2	24.503	28.249	0.713	4.205	14.152	Flexión	2.105	Interacción	1.153	3.366
		C3	24.503	28.249	0.713	4.205	14.152	Flexión	2.105	Interacción	1.153	3.366
		C4	60.405	81.652	1.725	1.114	17.510	Flexión	0.870	Interacción	1.352	15.717
		11	30.945	38.856	0.950	2.776	19.360	Flexión	1.579	Interacción	1.256	6.974
		12	18.475	24.446	0.675	3.336	33.176	Flexión	2.222	Interacción	1.323	9.944
		13	30.945	38.856	0.950	2.776	19.360	Flexión	1.579	Interacción	1.256	6.974
Y	1	21	61.656	72.925	1.375	2.009	8.492	Flexión	1.091	Interacción	1.183	4.228
		22	68.027	78.180	1.375	2.296	5.956	Flexión	1.091	Interacción	1.149	2.594
		31	55.834	69.533	1.375	1.722	10.268	Flexión	1.091	Interacción	1.245	5.965
		41	247.820	277.010	2.900	1.275	2.447	Corte	0.517	Cortante	1.118	1.919
		51	55.834	69.533	1.375	1.722	10.268	Flexión	1.091	Interacción	1.245	5.965
		61	61.656	72.925	1.375	2.009	8.492	Flexión	1.091	Interacción	1.183	4.228
		62	68.027	78.180	1.375	2.296	5.956	Flexión	1.091	Interacción	1.149	2.594
		71	30.945	38.856	0.950	2.776	19.360	Flexión	1.579	Interacción	1.256	6.974
		72	18.475	24.446	0.675	3.336	33.176	Flexión	2.222	Interacción	1.323	9.944
		73	30.945	38.856	0.950	2.776	19.360	Flexión	1.579	Interacción	1.256	6.974

Tabla 3.8 - Propiedades no-lineales a flexión de los muros del primer nivel del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México.

Dir	Nivel	Muro	M_y [Ton-m]	M_u [Ton-m]	L_p [m]	ϕ_y [10 ⁻⁵ /m]	ϕ_u [10 ⁻⁵ /m]	Mec. Dom.	H_{ent}/L_m	Comport.	M_u / M_y	ϕ_u / ϕ_y
X	1	A1	66.812	90.751	1.800	1.122	13.327	Flexión	0.833	Interacción	1.358	11.881
		A2	30.051	36.439	0.888	2.869	17.030	Flexión	1.690	Interacción	1.213	5.935
		A3	6.160	7.755	0.300	9.404	71.472	Flexión	5.000	Flexión	1.259	7.600
		A4	30.051	36.439	0.888	2.869	17.030	Flexión	1.690	Interacción	1.213	5.935
		A5	66.812	90.751	1.800	1.122	13.327	Flexión	0.833	Interacción	1.358	11.881
		B1	38.113	39.492	0.863	4.764	6.952	Flexión	1.739	Interacción	1.036	1.459
		B2	38.113	39.492	0.863	4.764	6.952	Flexión	1.739	Interacción	1.036	1.459
		C1	62.054	86.469	1.725	1.124	13.216	Flexión	0.870	Interacción	1.393	11.756
		C2	27.316	29.543	0.713	5.689	8.512	Flexión	2.105	Interacción	1.082	1.496
		C3	27.316	29.543	0.713	5.689	8.512	Flexión	2.105	Interacción	1.082	1.496
		C4	62.054	86.469	1.725	1.124	13.216	Flexión	0.870	Interacción	1.393	11.756
		11	32.485	40.751	0.950	2.428	14.674	Flexión	1.579	Interacción	1.254	6.043
		12	20.606	24.844	0.675	4.046	26.773	Flexión	2.222	Interacción	1.206	6.617
Y	1	13	32.485	40.751	0.950	2.428	14.674	Flexión	1.579	Interacción	1.254	6.043
		21	71.813	79.430	1.375	2.534	5.301	Flexión	1.091	Interacción	1.106	2.092
		22	79.703	82.506	1.375	3.050	3.776	Flexión	1.091	Interacción	1.035	1.238
		31	62.760	74.962	1.375	2.082	7.607	Flexión	1.091	Interacción	1.194	3.654
		41	329.920	346.270	2.900	1.418	1.637	Corte	0.517	Cortante	1.050	1.155
		51	62.760	74.962	1.375	2.082	7.607	Flexión	1.091	Interacción	1.194	3.654
		61	71.813	79.430	1.375	2.534	5.301	Flexión	1.091	Interacción	1.106	2.092
		62	79.703	82.506	1.375	3.050	3.776	Flexión	1.091	Interacción	1.035	1.238
		71	32.485	40.751	0.950	2.428	14.674	Flexión	1.579	Interacción	1.254	6.043
		72	20.606	24.844	0.675	4.046	26.773	Flexión	2.222	Interacción	1.206	6.617
		73	32.485	40.751	0.950	2.428	14.674	Flexión	1.579	Interacción	1.254	6.043

Tabla 3.9 - Propiedades no-lineales a flexión de los muros del primer nivel del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México.

Dir	Nivel	Muro	M_y [Ton-m]	M_u [Ton-m]	L_p [m]	ϕ_y [10 ⁻⁵ /m]	ϕ_u [10 ⁻⁵ /m]	Mec. Dom.	H_{ent}/L_m	Comport.	M_u / M_y	ϕ_u / ϕ_y
X	1	A1	108.270	139.260	1.800	1.189	11.594	Corte	0.833	Cortante	1.286	9.755
		A2	32.615	37.814	0.888	3.237	13.746	Flexión	1.690	Interacción	1.159	4.247
		A3	6.173	7.800	0.300	9.294	76.463	Flexión	5.000	Flexión	1.263	8.227
		A4	32.615	37.833	0.888	3.237	14.110	Flexión	1.690	Interacción	1.160	4.360
		A5	73.414	95.945	1.800	1.213	10.837	Flexión	0.833	Interacción	1.307	8.937
		B1	36.208	37.562	0.863	5.020	5.571	Flexión	1.739	Interacción	1.037	1.110
		B2	36.208	37.562	0.863	5.020	5.571	Flexión	1.739	Interacción	1.037	1.110
		C1	71.902	91.446	1.725	1.509	10.714	Flexión	0.870	Interacción	1.272	7.101
		C2	27.164	28.739	0.713	5.858	7.508	Flexión	2.105	Interacción	1.058	1.282
		C3	27.164	28.739	0.713	5.858	7.508	Flexión	2.105	Interacción	1.058	1.282
		C4	71.902	91.446	1.725	1.509	10.714	Flexión	0.870	Interacción	1.272	7.101
		11	36.971	42.513	0.950	3.039	11.677	Flexión	1.579	Interacción	1.150	3.842
		12	20.902	25.313	0.675	3.756	21.899	Flexión	2.222	Interacción	1.211	5.830
		13	36.971	42.513	0.950	3.039	11.677	Flexión	1.579	Interacción	1.150	3.842
Y	1	21	78.610	82.450	1.375	2.959	3.890	Flexión	1.091	Interacción	1.049	1.315
		22	92.801	96.199	1.375	2.874	3.414	Corte	1.091	Cortante	1.037	1.188
		31	71.938	79.528	1.375	2.480	5.266	Flexión	1.091	Interacción	1.106	2.124
		41	291.990	323.270	2.900	1.074	1.393	Corte	0.517	Cortante	1.107	1.298
		51	71.938	79.528	1.375	2.480	5.266	Flexión	1.091	Interacción	1.106	2.124
		61	104.800	109.410	1.375	2.842	3.917	Corte	1.091	Cortante	1.044	1.378
		62	90.947	96.199	1.375	2.756	3.414	Corte	1.091	Cortante	1.058	1.239
		71	36.971	42.513	0.950	3.039	11.677	Flexión	1.579	Interacción	1.150	3.842
		72	20.902	25.288	0.675	3.756	19.080	Flexión	2.222	Interacción	1.210	5.080
		73	36.971	42.513	0.950	3.039	11.677	Flexión	1.579	Interacción	1.150	3.842

Tabla 3.10 - Propiedades no-lineales a flexión de los muros del primer nivel del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México.

Dir	Nivel	Muro	M_y [Ton-m]	M_u [Ton-m]	L_p [m]	ϕ_y [10 ⁻⁵ /m]	ϕ_u [10 ⁻⁵ /m]	Mec. Dom.	H_{ent}/L_m	Comport.	M_u / M_y	ϕ_u / ϕ_y
X	1	A1	153.500	197.820	1.800	1.320	10.748	Corte	0.833	Cortante	1.289	8.144
		A2	68.007	80.301	0.888	2.905	16.431	Flexión	1.690	Interacción	1.181	5.656
		A3	6.262	7.912	0.300	9.372	67.866	Flexión	5.000	Flexión	1.264	7.242
		A4	68.007	80.301	0.888	2.905	16.431	Flexión	1.690	Interacción	1.181	5.656
		A5	153.500	197.820	1.800	1.320	10.748	Corte	0.833	Cortante	1.289	8.144
		B1	41.155	42.498	0.863	4.374	5.026	Flexión	1.739	Interacción	1.033	1.149
		B2	41.155	42.498	0.863	4.374	5.026	Flexión	1.739	Interacción	1.033	1.149
		C1	146.980	187.400	1.725	1.273	10.382	Corte	0.870	Cortante	1.275	8.155
		C2	58.978	61.294	0.713	6.156	7.160	Flexión	2.105	Interacción	1.039	1.163
		C3	58.978	61.294	0.713	6.156	7.160	Flexión	2.105	Interacción	1.039	1.163
		C4	146.980	187.400	1.725	1.273	10.382	Corte	0.870	Cortante	1.275	8.155
Y	1	11	75.447	88.608	0.950	2.776	12.909	Flexión	1.579	Interacción	1.174	4.650
		12	48.073	55.398	0.675	4.087	21.638	Flexión	2.222	Interacción	1.152	5.295
		13	75.447	88.608	0.950	2.776	12.909	Flexión	1.579	Interacción	1.174	4.650
		21	119.040	124.730	1.375	3.020	3.633	Corte	1.091	Cortante	1.048	1.203
		22	87.315	92.833	1.375	2.444	2.967	Corte	1.091	Cortante	1.063	1.214
		31	130.350	135.070	1.375	2.014	3.945	Corte	1.091	Cortante	1.036	1.959
		41	273.010	285.180	2.900	1.075	1.223	Corte	0.517	Cortante	1.045	1.138
		51	130.350	135.070	1.375	2.014	3.945	Corte	1.091	Cortante	1.036	1.959
		61	119.040	124.730	1.375	3.020	3.633	Corte	1.091	Cortante	1.048	1.203
		62	87.315	92.833	1.375	2.444	2.967	Corte	1.091	Cortante	1.063	1.214
		71	75.447	88.608	0.950	2.776	12.909	Flexión	1.579	Interacción	1.174	4.650
		72	48.073	55.398	0.675	4.087	21.638	Flexión	2.222	Interacción	1.152	5.295
		73	75.447	88.608	0.950	2.776	12.909	Flexión	1.579	Interacción	1.174	4.650

Tabla 3.11 - Propiedades no-lineales a flexión de los muros del primer nivel del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México.

Dir	Nivel	Muro	M_y [Ton-m]	M_u [Ton-m]	L_p [m]	ϕ_y [10 ⁻⁵ /m]	ϕ_u [10 ⁻⁵ /m]	Mec. Dom.	H_{ent}/L_m	Comport.	M_u / M_y	ϕ_u / ϕ_y
X	1	A1	163.780	202.430	1.800	1.411	10.050	Corte	0.833	Cortante	1.236	7.123
		A2	70.183	80.918	0.888	3.160	13.197	Flexión	1.690	Interacción	1.153	4.177
		A3	5.747	6.900	0.300	10.789	54.899	Flexión	5.000	Flexión	1.201	5.088
		A4	70.183	80.918	0.888	3.160	13.197	Flexión	1.690	Interacción	1.153	4.177
		A5	163.780	202.430	1.800	1.411	10.050	Corte	0.833	Cortante	1.236	7.123
		B1	70.783	73.979	0.863	4.908	5.755	Flexión	1.739	Interacción	1.045	1.173
		B2	70.783	73.979	0.863	4.908	5.755	Flexión	1.739	Interacción	1.045	1.173
		C1	155.610	192.330	1.725	1.426	9.984	Corte	0.870	Cortante	1.236	7.004
		C2	54.829	58.133	0.713	5.933	7.274	Flexión	2.105	Interacción	1.060	1.226
		C3	54.829	58.133	0.713	5.933	7.274	Flexión	2.105	Interacción	1.060	1.226
		C4	155.610	192.330	1.725	1.426	9.984	Corte	0.870	Cortante	1.236	7.004
Y	1	11	79.542	89.273	0.950	3.238	11.273	Flexión	1.579	Interacción	1.122	3.482
		12	47.174	55.464	0.675	3.815	19.347	Flexión	2.222	Interacción	1.176	5.072
		13	79.542	89.273	0.950	3.238	11.273	Flexión	1.579	Interacción	1.122	3.482
		21	154.100	157.530	1.375	3.181	3.652	Corte	1.091	Cortante	1.022	1.148
		22	126.080	130.190	1.375	2.789	3.217	Corte	1.091	Cortante	1.033	1.154
		31	127.220	131.600	1.375	3.137	3.580	Corte	1.091	Cortante	1.034	1.141
		41	595.660	615.320	2.900	1.265	1.461	Corte	0.517	Cortante	1.033	1.154
		51	127.220	131.600	1.375	3.137	3.580	Corte	1.091	Cortante	1.034	1.141
		61	154.100	157.530	1.375	3.181	3.652	Corte	1.091	Cortante	1.022	1.148
		62	126.080	130.190	1.375	2.789	3.217	Corte	1.091	Cortante	1.033	1.154
		71	79.542	89.273	0.950	3.238	11.273	Flexión	1.579	Interacción	1.122	3.482
		72	47.174	55.464	0.675	3.815	19.347	Flexión	2.222	Interacción	1.176	5.072
		73	79.542	89.273	0.950	3.238	11.273	Flexión	1.579	Interacción	1.122	3.482

Tabla 3.12 - Propiedades no-lineales a flexión de los muros del primer nivel del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México.

Dir	Nivel	Muro	M _y [Ton-m]	M _u [Ton-m]	L _p [m]	φ _y [10 ⁻⁵ /m]	φ _u [10 ⁻⁵ /m]	Mec. Dom.	H _{ent} /L _m	Comport.	M _u / M _y	φ _u / φ _y
X	1	A1	222.890	294.170	1.800	1.199	11.800	Corte	0.833	Cortante	1.320	9.846
		A2	98.625	114.370	0.888	3.235	15.199	Flexión	1.690	Interacción	1.160	4.699
		A3	13.363	16.794	0.300	9.152	53.893	Corte	5.000	Cortante	1.257	5.889
		A4	98.625	114.370	0.888	3.235	15.199	Flexión	1.690	Interacción	1.160	4.699
		A5	222.890	294.170	1.800	1.199	11.800	Corte	0.833	Cortante	1.320	9.846
		B1	63.429	65.850	0.863	4.573	5.409	Flexión	1.739	Interacción	1.038	1.183
		B2	63.429	65.850	0.863	4.573	5.409	Flexión	1.739	Interacción	1.038	1.183
		C1	221.090	278.620	1.725	1.557	11.633	Corte	0.870	Cortante	1.260	7.471
		C2	79.033	83.973	0.713	6.061	7.881	Flexión	2.105	Interacción	1.063	1.300
		C3	79.033	83.973	0.713	6.061	7.881	Flexión	2.105	Interacción	1.063	1.300
		C4	221.090	278.620	1.725	1.557	11.633	Corte	0.870	Cortante	1.260	7.471
		11	102.960	126.270	0.950	2.625	12.735	Flexión	1.579	Interacción	1.226	4.851
		12	63.910	77.449	0.675	3.959	20.702	Flexión	2.222	Interacción	1.212	5.229
Y	1	13	102.960	126.270	0.950	2.625	12.735	Flexión	1.579	Interacción	1.226	4.851
		21	199.560	323.170	1.375	1.109	4.063	Corte	1.091	Cortante	1.619	3.665
		22	155.660	274.470	1.375	0.851	3.406	Corte	1.091	Cortante	1.763	4.004
		31	226.300	331.260	1.375	1.281	4.195	Corte	1.091	Cortante	1.464	3.275
		41	527.370	586.460	2.900	1.028	1.366	Corte	0.517	Cortante	1.112	1.329
		51	226.300	331.260	1.375	1.281	4.195	Corte	1.091	Cortante	1.464	3.275
		61	199.560	323.170	1.375	1.109	4.063	Corte	1.091	Cortante	1.619	3.665
		62	155.660	274.470	1.375	0.851	3.406	Corte	1.091	Cortante	1.763	4.004
		71	102.960	126.270	0.950	2.625	12.735	Flexión	1.579	Interacción	1.226	4.851
		72	63.910	77.449	0.675	3.959	20.702	Flexión	2.222	Interacción	1.212	5.229
		73	102.960	126.270	0.950	2.625	12.735	Flexión	1.579	Interacción	1.226	4.851

Tabla 3.13 - Propiedades no-lineales a flexión de los muros del primer nivel del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

Dir	Nivel	Muro	M _y [Ton-m]	M _u [Ton-m]	L _p [m]	φ _y [10 ⁻⁵ /m]	φ _u [10 ⁻⁵ /m]	Mec. Dom.	H _{ent} /L _m	Comport.	M _u / M _y	φ _u / φ _y
X	1	A1	49.409	75.554	1.800	0.958	19.677	Flexión	0.833	Interacción	1.529	20.542
		A2	22.983	29.126	0.888	2.401	21.867	Flexión	1.690	Interacción	1.267	9.107
		A3	5.853	6.958	0.300	8.540	39.726	Corte	5.000	Cortante	1.189	4.652
		A4	20.774	23.466	0.888	2.508	12.614	Flexión	1.690	Interacción	1.130	5.029
		A5	79.237	93.097	1.800	1.336	8.441	Corte	0.833	Cortante	1.175	6.317
		B1	24.931	27.447	0.863	2.601	13.655	Flexión	1.739	Interacción	1.101	5.250
		B2	24.931	27.447	0.863	2.601	13.655	Flexión	1.739	Interacción	1.101	5.250
		C1	49.409	75.554	1.725	0.958	19.677	Flexión	0.870	Interacción	1.529	20.542
		C2	19.787	21.483	0.713	3.352	17.938	Flexión	2.105	Interacción	1.086	5.352
		C3	19.787	21.483	0.713	3.352	17.938	Flexión	2.105	Interacción	1.086	5.352
		C4	79.237	92.909	1.725	1.336	8.897	Corte	0.870	Cortante	1.173	6.659
		11	25.314	31.846	0.950	2.220	20.035	Flexión	1.579	Interacción	1.258	9.025
		12	15.960	20.077	0.675	2.945	16.043	Corte	2.222	Cortante	1.258	5.447
		13	25.314	31.846	0.950	2.220	20.035	Flexión	1.579	Interacción	1.258	9.025
Y	1	21	47.348	56.302	1.375	1.353	7.824	Corte	1.091	Cortante	1.189	5.782
		22	52.128	58.176	1.375	1.586	4.468	Corte	1.091	Cortante	1.116	2.818
		31	44.541	55.627	1.375	1.314	11.866	Flexión	1.091	Interacción	1.249	9.031
		41	161.950	179.250	2.900	0.835	1.763	Corte	0.517	Cortante	1.107	2.112
		51	44.541	55.627	1.375	1.314	11.866	Flexión	1.091	Interacción	1.249	9.031
		61	52.128	58.176	1.375	1.586	4.468	Corte	1.091	Cortante	1.116	2.818
		62	47.348	56.302	1.375	1.353	7.824	Corte	1.091	Cortante	1.189	5.782
		71	25.314	31.846	0.950	2.220	20.035	Flexión	1.579	Interacción	1.258	9.025
		72	15.960	20.077	0.675	2.945	16.043	Corte	2.222	Cortante	1.258	5.447
		73	25.314	31.846	0.950	2.220	20.035	Flexión	1.579	Interacción	1.258	9.025

Tabla 3.14 - Propiedades no-lineales a flexión de los muros del primer nivel del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

Dir	Nivel	Muro	M_y [Ton-m]	M_u [Ton-m]	L_p [m]	ϕ_y [10 ⁻⁵ /m]	ϕ_u [10 ⁻⁵ /m]	Mec. Dom.	H_{ent}/L_m	Comport.	M_u / M_y	ϕ_u / ϕ_y
X	1	A1	49.916	78.266	1.800	0.862	19.222	Flexión	0.833	Interacción	1.568	22.289
		A2	24.755	28.995	0.888	2.497	18.848	Flexión	1.690	Interacción	1.171	7.547
		A3	5.848	6.954	0.300	8.513	39.527	Corte	5.000	Cortante	1.189	4.643
		A4	21.894	23.642	0.888	2.780	8.564	Flexión	1.690	Interacción	1.080	3.081
		A5	78.235	92.708	1.800	1.227	8.118	Corte	0.833	Cortante	1.185	6.618
		B1	20.727	28.547	0.863	1.949	4.741	Flexión	1.739	Interacción	1.377	2.433
		B2	78.235	92.708	0.863	1.227	8.118	Corte	1.739	Cortante	1.185	6.618
		C1	54.645	77.707	1.725	1.144	17.195	Flexión	0.870	Interacción	1.422	15.029
		C2	16.987	21.826	0.713	2.595	6.572	Flexión	2.105	Interacción	1.285	2.532
		C3	54.645	77.707	0.713	1.144	17.195	Corte	2.105	Cortante	1.422	15.029
		C4	78.020	93.162	1.725	1.210	6.815	Corte	0.870	Cortante	1.194	5.633
		11	20.400	30.758	0.950	1.946	9.973	Flexión	1.579	Interacción	1.508	5.125
		12	17.186	19.997	0.675	3.183	9.994	Flexión	2.222	Interacción	1.164	3.140
Y	1	13	24.400	30.758	0.950	1.946	9.973	Flexión	1.579	Interacción	1.261	5.125
		21	55.767	59.017	1.375	1.815	3.599	Corte	1.091	Cortante	1.058	1.983
		22	38.801	60.154	1.375	0.959	2.551	Flexión	1.091	Interacción	1.550	2.659
		31	52.247	56.938	1.375	1.610	5.299	Corte	1.091	Cortante	1.090	3.292
		41	117.156	181.828	2.900	0.270	1.073	Corte	0.517	Cortante	1.552	3.979
		51	52.247	56.938	1.375	1.610	5.299	Corte	1.091	Cortante	1.090	3.292
		61	38.801	60.154	1.375	0.959	2.551	Flexión	1.091	Interacción	1.550	2.659
		62	55.767	59.017	1.375	1.815	3.599	Corte	1.091	Cortante	1.058	1.983
		71	24.400	30.758	0.950	1.946	9.973	Flexión	1.579	Interacción	1.261	5.125
		72	17.186	19.997	0.675	3.183	9.994	Flexión	2.222	Interacción	1.164	3.140
		73	24.400	30.758	0.950	1.946	9.973	Flexión	1.579	Interacción	1.261	5.125

El incremento en la altura de los edificios analizados ocasiona un incremento en la carga axial que actúa sobre los muros de la planta baja. Al analizar los datos presentados en las tablas 3.4 a 3.14 se observa que este incremento de la carga axial influye sobre dos aspectos del comportamiento a flexión de los muros de mampostería.

Por un lado, el incremento en la carga axial que actúa sobre los muros de mampostería ocasiona que el momento flexionante resistente de los mismos aumente. Esto se explica en parte por el incremento en el espesor requerido para los muros (particularmente de la planta baja) y por el incremento en las dimensiones y el refuerzo de los castillos.

Por otro lado, el aumento en el momento flexionante resistente conduce a su vez a un decremento en la ductilidad de curvatura de los muros (definida como el cociente de la curvatura última entre la curvatura de fluencia), como debería esperarse.

3.5. PROPIEDADES A CORTE

Con base en lo discutido en la sección 3.3.2 se analizaron los muros de los edificios considerados y se calculó su resistencia a corte.

En esta sección se presenta una serie de gráficas en las cuales se indica, para cada uno de los edificios diseñados, la cantidad y porcentaje de muros cuyo comportamiento está dominado flexión, por corte y por interacción flexión-corte.

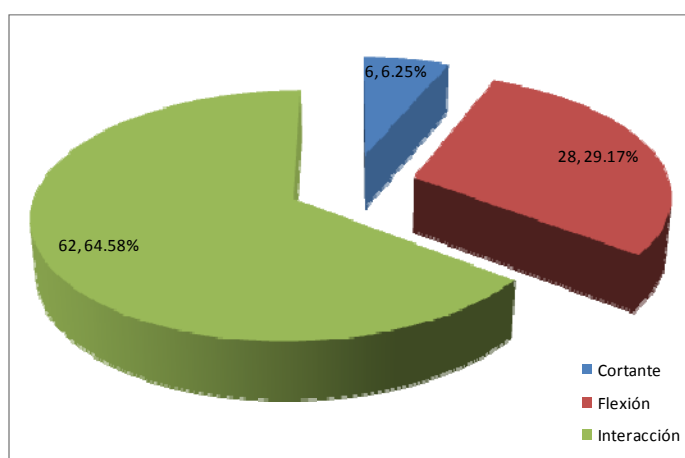


Figura 3.13 - Mecanismo dominante de los muros del edificio de 4 niveles en la Zona de

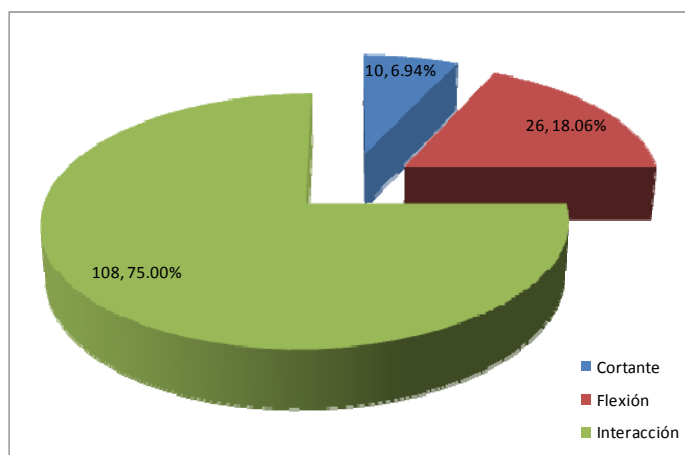


Figura 3.14 - Mecanismo dominante de los muros del edificio de 6 niveles en la Zona de

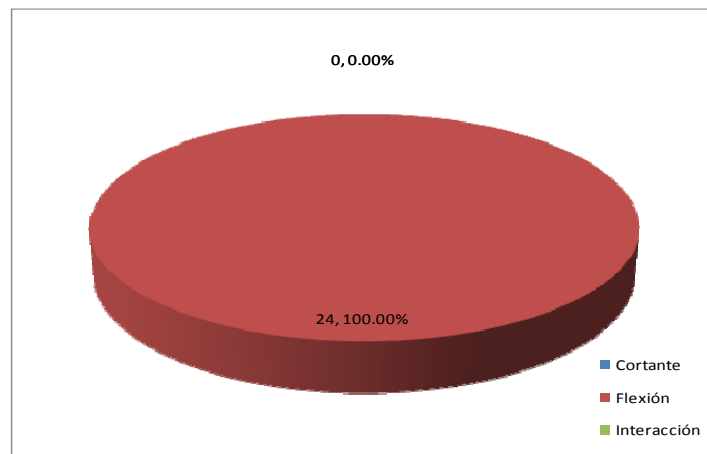


Figura 3.15 - Mecanismo dominante de los muros del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago

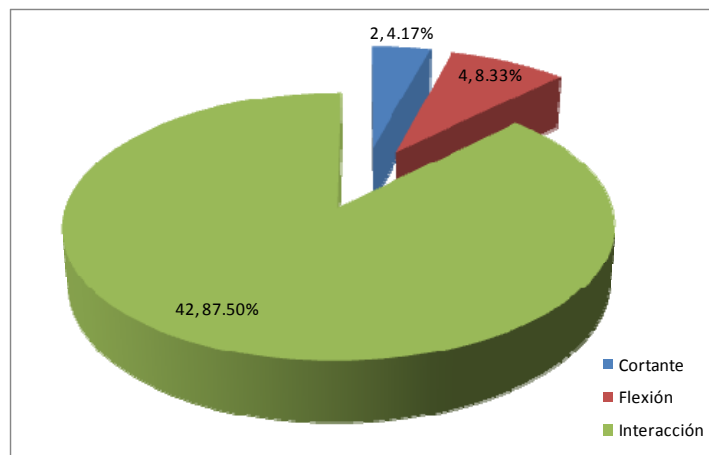


Figura 3.16 - Mecanismo dominante de los muros del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago

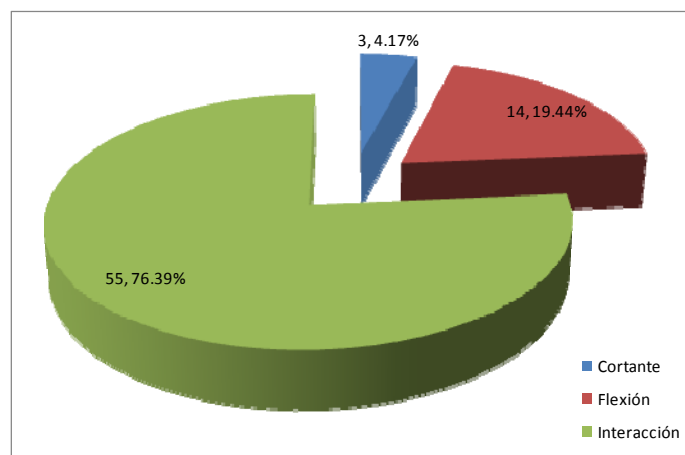


Figura 3.17 - Mecanismo dominante de los muros del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago

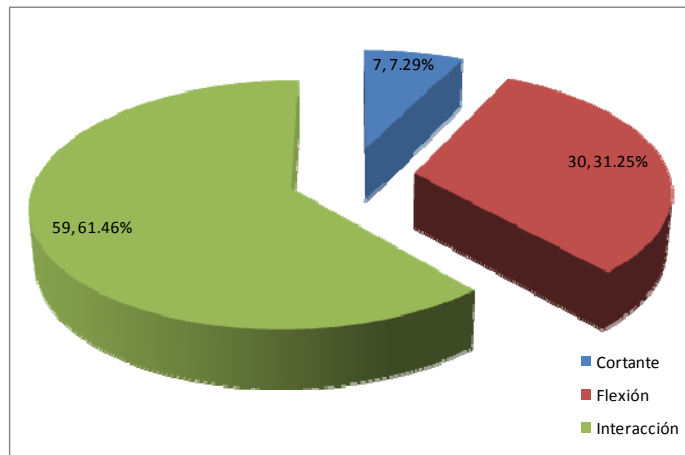


Figura 3.18 - Mecanismo dominante de los muros del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago

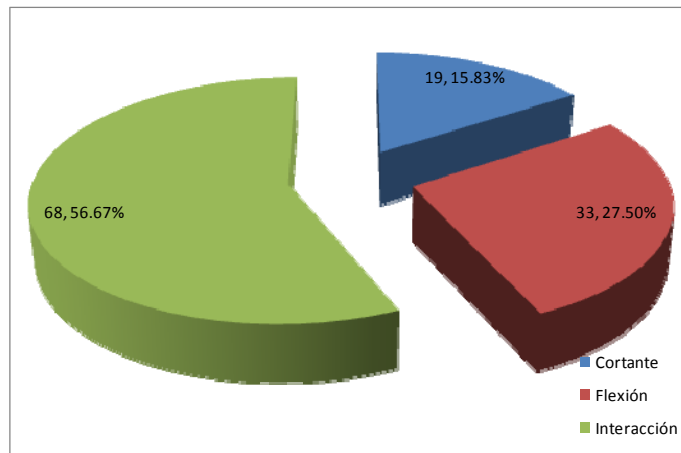


Figura 3.19 - Mecanismo dominante de los muros del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago

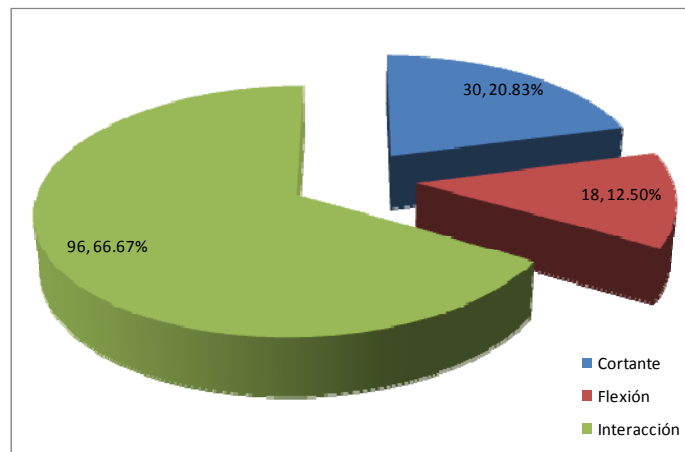


Figura 3.20 - Mecanismo dominante de los muros del edificio de 6 niveles en la Zona del

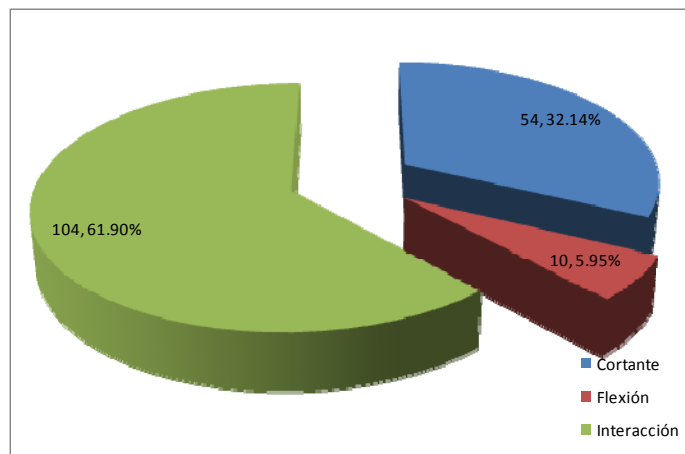


Figura 3.21 - Mecanismo dominante de los muros del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago

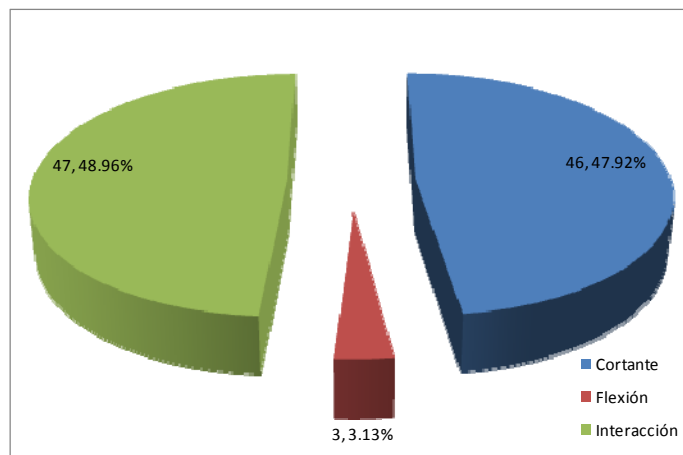


Figura 3.22 - Mecanismo dominante de los muros del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

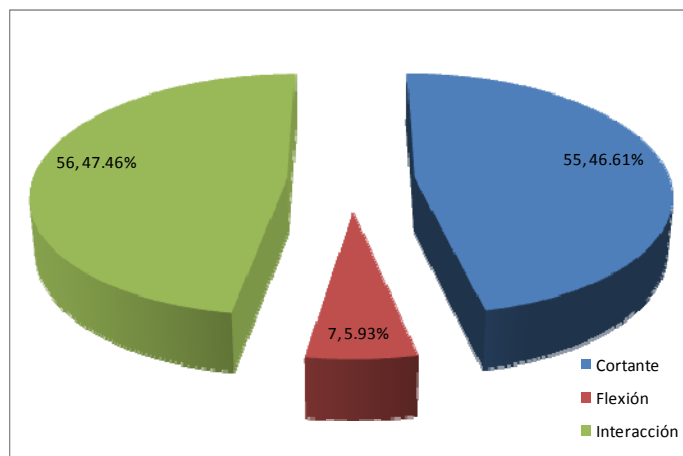


Figura 3.23 - Mecanismo dominante de los muros del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

Como se discutió al final de la sección anterior, conforme aumenta la altura de los edificios se incrementa la capacidad resistente a momento flexionante de los muros de mampostería. En las figuras 3.13 a 3.23 se evidencia que este incremento en la altura de los edificios produce una disminución del número de muros dominados por un mecanismo de falla a flexión y un incremento del número de muros dominados por mecanismos de falla por corte y de falla por la interacción entre la flexión y el corte.

Por otra parte, cabe resaltar las diferencias para edificios con el mismo número de niveles. De las figuras 3.13, 3.14, 3.18, 3.19, 3.22 y 3.23 se obtienen los datos presentados en las tablas 3.15 y 3.16, en donde se anotan los porcentajes de muros que presentan mecanismos de falla dominados por flexión, por corte y por interacción flexión-corte.

Tabla 3.15 - Mecanismos de falla en muros de la planta baja de edificios de 4 niveles

Edificio	Falla por Flexión	Falla por Corte	Falla por Interacción
4 Niveles, Zona de Lomas	29.17%	6.25%	64.58%
4 Niveles, Zona del Lago	31.25%	7.29%	61.46%
4 Niveles, Método Simplificado	3.13%	47.92%	48.96%

Tabla 3.16 - Mecanismos de falla en muros de la planta baja de edificios de 6 niveles

Edificio	Falla por Flexión	Falla por Corte	Falla por Interacción
6 Niveles, Zona de Lomas	18.06%	6.94%	75%
6 Niveles, Zona del Lago	12.50%	20.83%	66.67%
6 Niveles, Método Simplificado	5.93%	46.61%	47.46%

Los datos mostrados en las tablas 3.15 y 3.16 sugieren que la ubicación de los edificios dentro de la zonación sísmica del Distrito Federal influye de manera significativa sobre los mecanismos de falla solamente cuando su altura es considerable. Asimismo, evidencian que el uso del método simplificado de análisis conduce a cambios significativos en el comportamiento de los muros de mampostería al disminuir de manera drástica el porcentaje de muros que fallan a flexión. Lo anterior puede tener serias implicaciones, ya que cabría esperar una reducción significativa de la ductilidad global de las estructuras así como la formación de mecanismos de falla globales más frágiles.

CAPÍTULO 4

MODELOS NO LINEALES

En este capítulo se presentan los modelos de análisis utilizados para determinar el comportamiento a nivel global de las estructuras diseñadas, así como los resultados de los análisis no lineales ante carga lateral monótona creciente llevados a cabo. Además, se presentan los resultados de la sobrerresistencia global de cada una de las estructuras analizadas y las ductilidades de desplazamiento lateral alcanzadas por las mismas.

4.1. MODELOS DE ANÁLISIS NO LINEAL

El programa de análisis estructural utilizado para llevar a cabo los análisis no lineales ante carga lateral monótona creciente fue el SAP 2000 (Computers and Structures, Inc. © 2008).

Para el análisis no-lineal se crearon modelos planos en cada dirección ortogonal para representar a la estructura. El patrón de cargas laterales utilizado fue proporcional al primer modo fundamental en cada dirección de análisis. El comportamiento no-lineal de los elementos estructurales fue incluido en los modelos de análisis mediante articulaciones plásticas. Articulaciones plásticas a flexión son colocadas únicamente en la base de los muros de la planta baja, mientras que articulaciones plásticas a corte son colocadas a media altura en cada uno de los muros que conforman a la estructura. Para la elaboración del modelo plano se utilizó el método de la columna ancha conforme a las recomendaciones de las NTC-M (2004).

Para cada una de las once estructuras analizadas, se realizaron doce modelos de análisis no lineal, seis en cada dirección ortogonal, a saber:

1. En el primer modelo, denominado “V”, se incluyen solamente propiedades no lineales a corte sin interacción V-M dependientes del refuerzo horizontal. Este modelo supone que el comportamiento no lineal de los muros es solamente a corte.
2. En el segundo modelo, denominado “V y M, s/Int.”, se incluyen propiedades no lineales a corte sin interacción V-M dependientes del refuerzo horizontal y propiedades no lineales a flexión de los muros de la planta baja. En este modelo se supone que los muros pueden tener comportamiento no lineal a corte y a flexión pero de forma independiente.
3. En el tercer modelo, denominado “V y M c/Int.”, se incluyen propiedades no lineales a corte con interacción V-M dependientes del refuerzo horizontal y propiedades no lineales a flexión de los muros de la planta baja. En este modelo se supone que el comportamiento no lineal en los muros puede darse a corte y a flexión, además la resistencia a corte se ve disminuida por el comportamiento no lineal a flexión.

4. El cuarto modelo, denominado “V, R.A.”, es similar al modelo “V” pero las distorsiones última y de colapso dependen de las relaciones de aspecto de los muros.
5. El quinto modelo, denominado “V y M, s/Int., R.A.”, es similar al modelo “V y M, s/Int.” pero las distorsiones últimas y de colapso en corte dependen de las relaciones de aspecto de los muros.
6. El sexto modelo, denominado “V y M, c/Int., R.A.”, es similar al modelo “V y M c/Int.” pero las distorsiones últimas y de colapso en corte dependen de las relaciones de aspecto de los muros.

En la figura 4.1 se muestran imágenes tipo del modelo de análisis estructural para cada dirección ortogonal para llevar a cabo el análisis no lineal de cada uno de los edificios estudiados. Cabe mencionar que el número de pisos cambia dependiendo del modelo analizado.

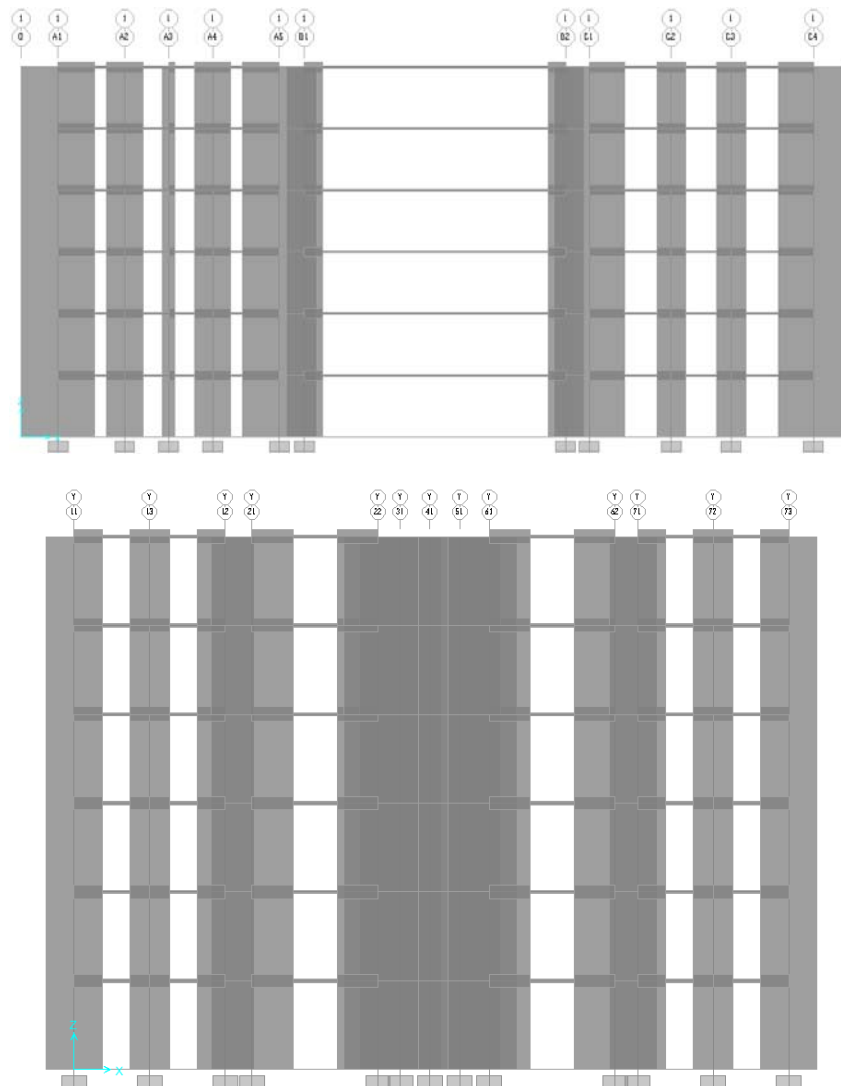


Figura 4.1 - Modelos tipo para el análisis no lineal en cada dirección ortogonal

4.2. ANÁLISIS ESTÁTICOS NO LINEALES ANTE CARGA MONÓTONA CRECIENTE

En esta sección, se presentan los análisis estáticos no lineales ante carga lateral monótona creciente, para cada uno de los seis modelos en cada dirección ortogonal de los edificios analizados.

Por una parte, se presentan imágenes del estado de cada modelo ante distorsiones laterales (respecto del desplazamiento horizontal al nivel de la azotea) de 0.005, 0.010 y 0.015 ó la máxima distorsión alcanzada. En estas imágenes se muestra la formación de articulaciones plásticas y en ellas el color verde corresponde a articulaciones plásticas que han rebasado el cortante de agrietamiento sin alcanzar el cortante máximo, el color amarillo corresponde a articulaciones plásticas que han rebasado el cortante máximo y el color anaranjado corresponde a articulaciones plásticas que han alcanzado el cortante residual.

Además, se presentan las curvas de capacidad cortante basal vs. desplazamiento lateral, obtenidas para cada una de las estructuras de acuerdo a los modelos estudiados. En ellas, se muestran los umbrales de distorsión lateral promedio correspondientes a 0.005, 0.010 y 0.015 junto con el cortante de diseño (V_d). Asimismo, se presentan las idealizaciones bilineales de estas curvas de capacidad, mostrando el cortante de diseño (V_d).

Por último, se presentan las distorsiones de entrepiso últimas, correspondientes al desplazamiento lateral al momento de alcanzar el cortante último (V_u) en cada modelo de análisis.

4.2.1 EDIFICIOS EN ZONA DE LOMAS

4.2.1.1. EDIFICIO DE CUATRO NIVELES

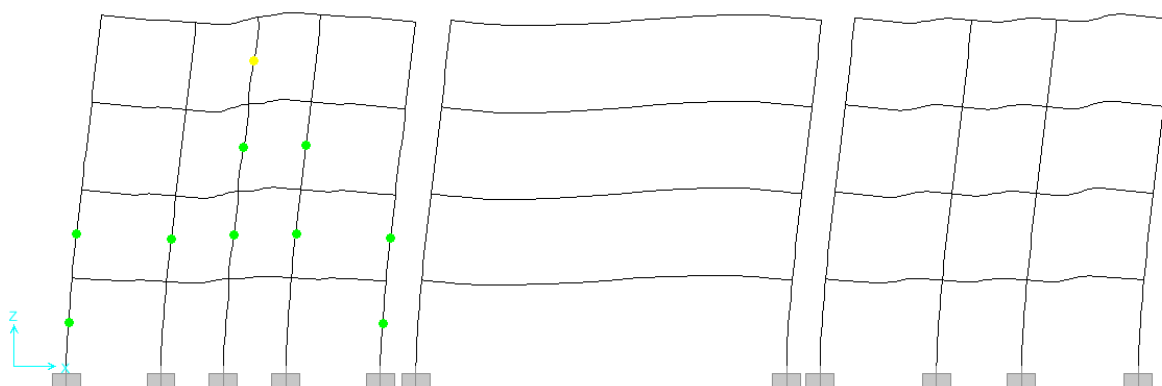


Figura 4.2 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

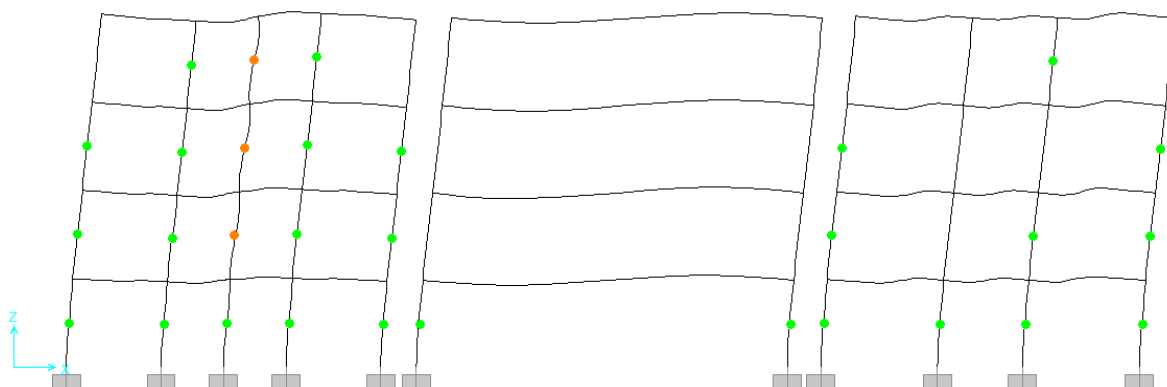


Figura 4.3 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

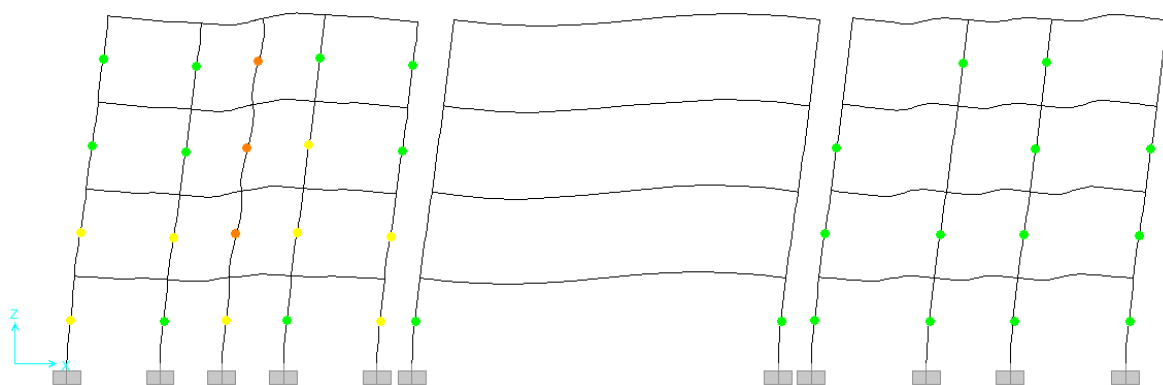


Figura 4.4 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.012 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

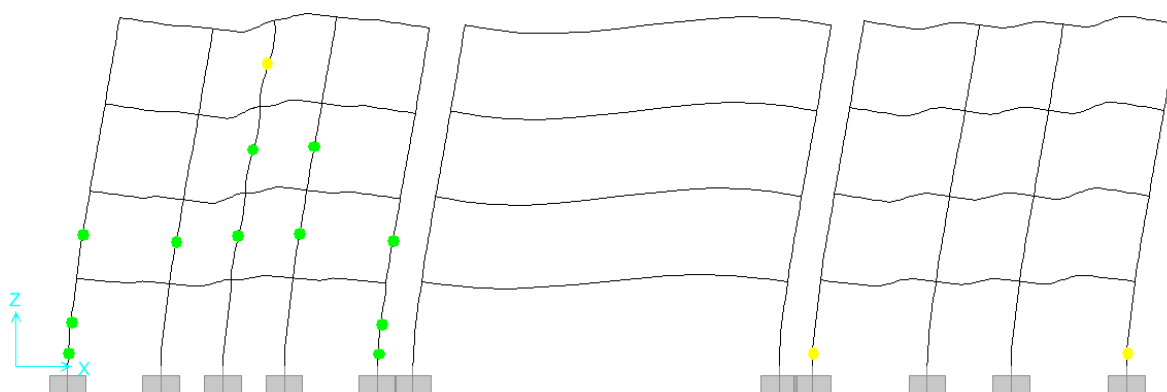


Figura 4.5 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

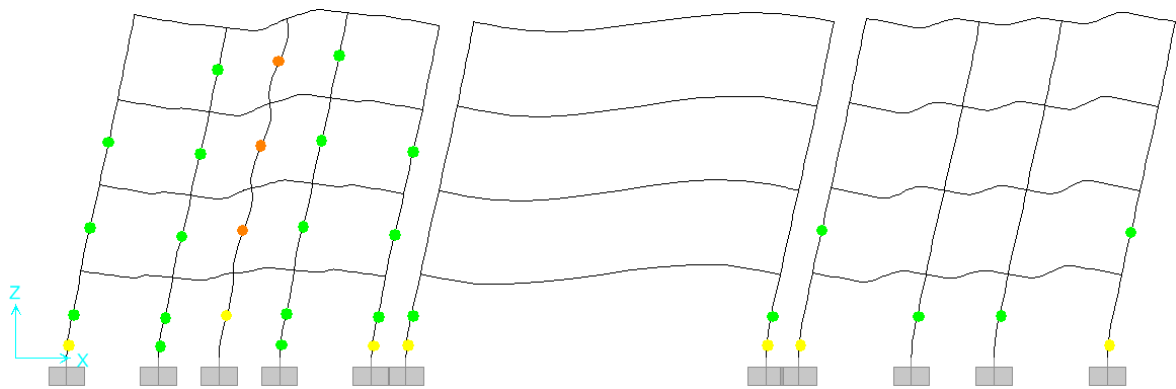


Figura 4.6 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

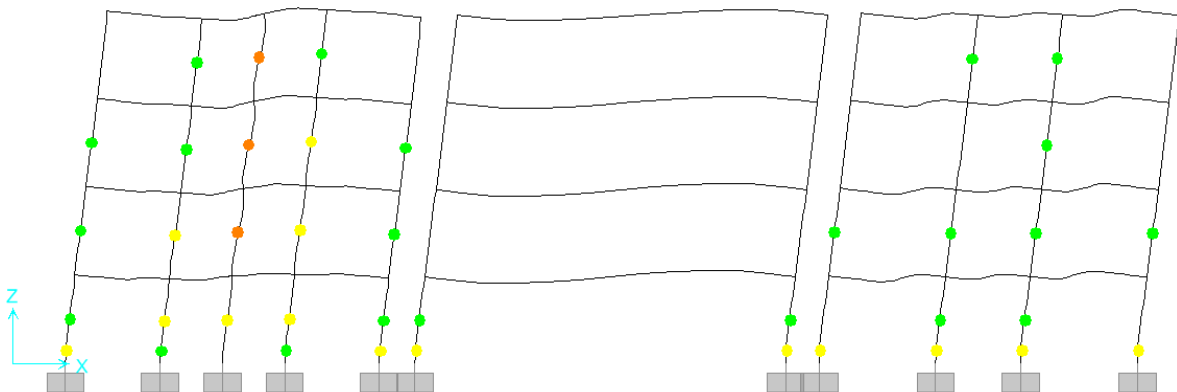


Figura 4.7 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.012 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

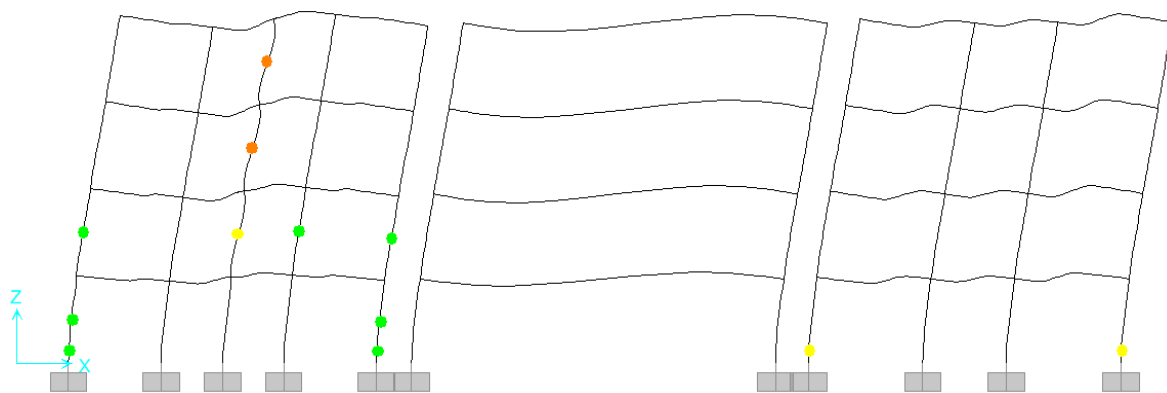


Figura 4.8 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

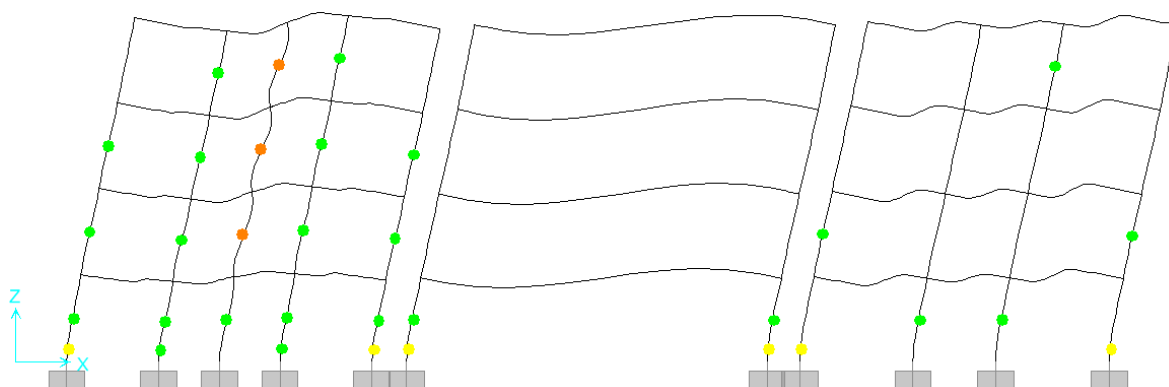


Figura 4.9 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

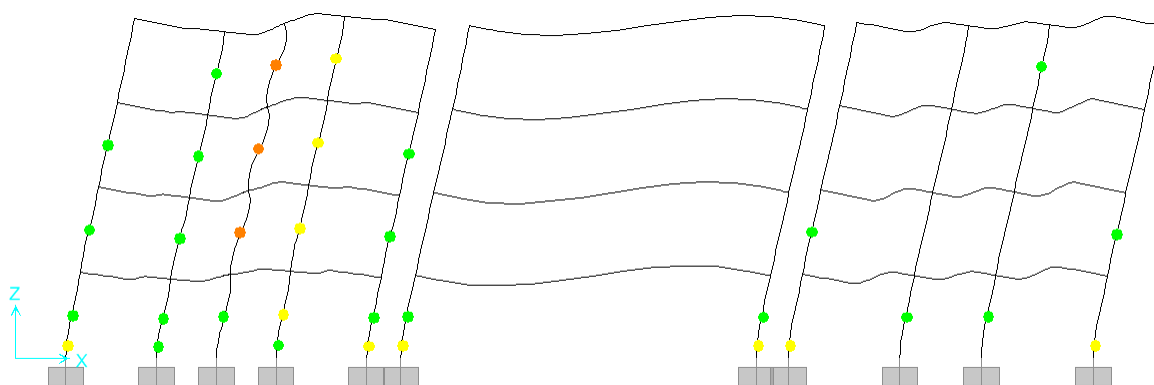


Figura 4.10 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.011 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

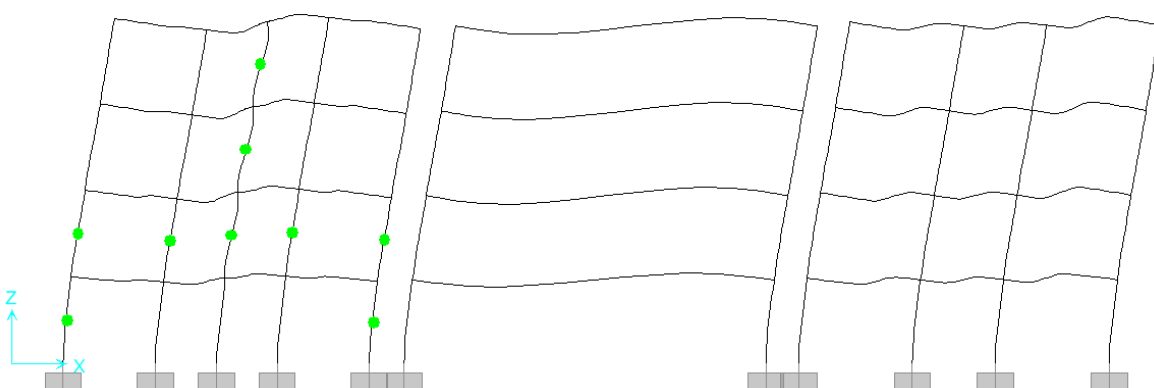


Figura 4.11 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

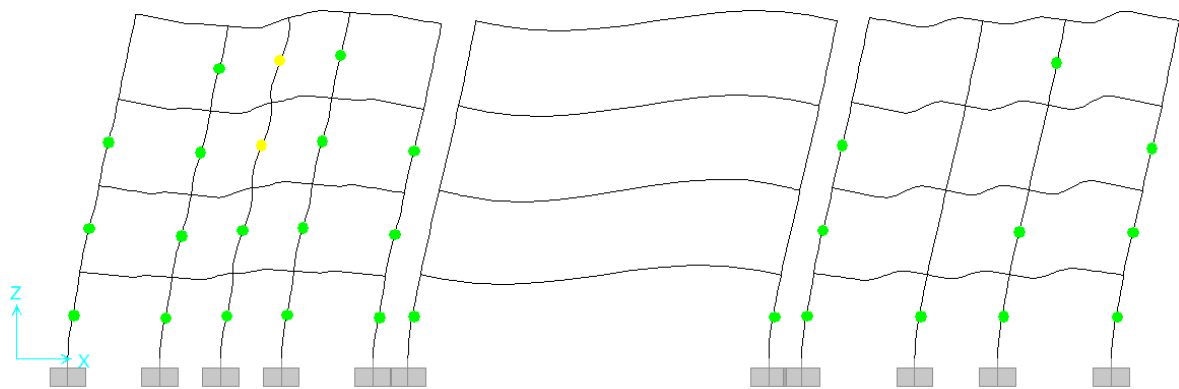


Figura 4.12 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

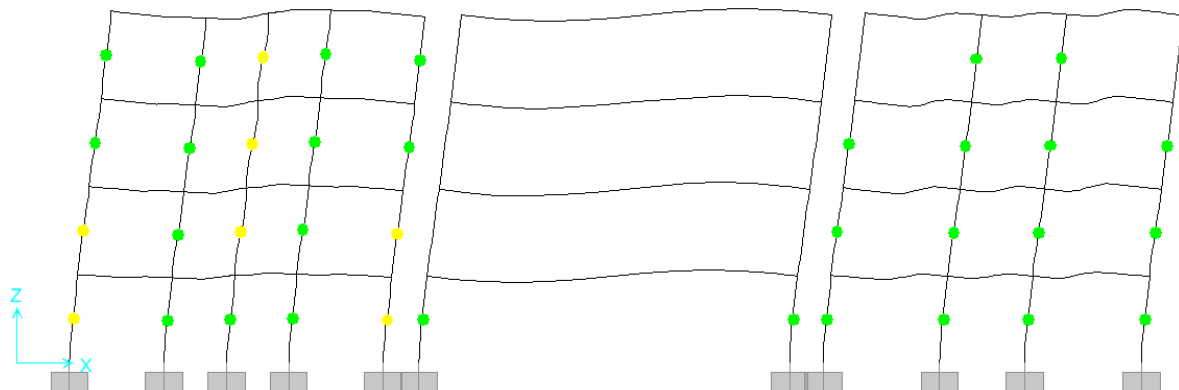


Figura 4.13 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.012 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

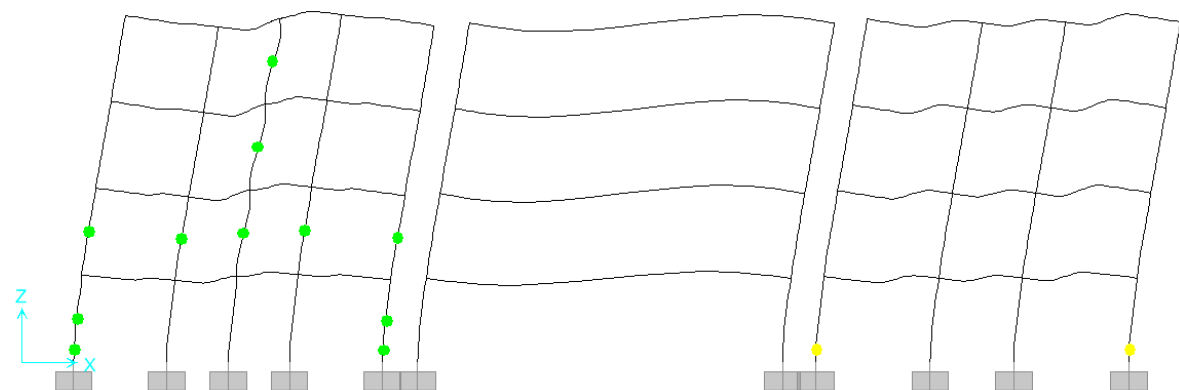


Figura 4.14 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

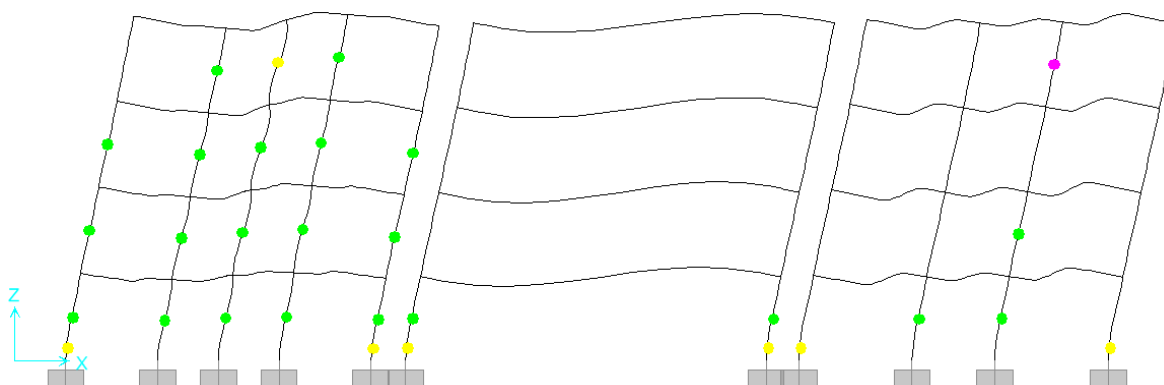


Figura 4.15 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

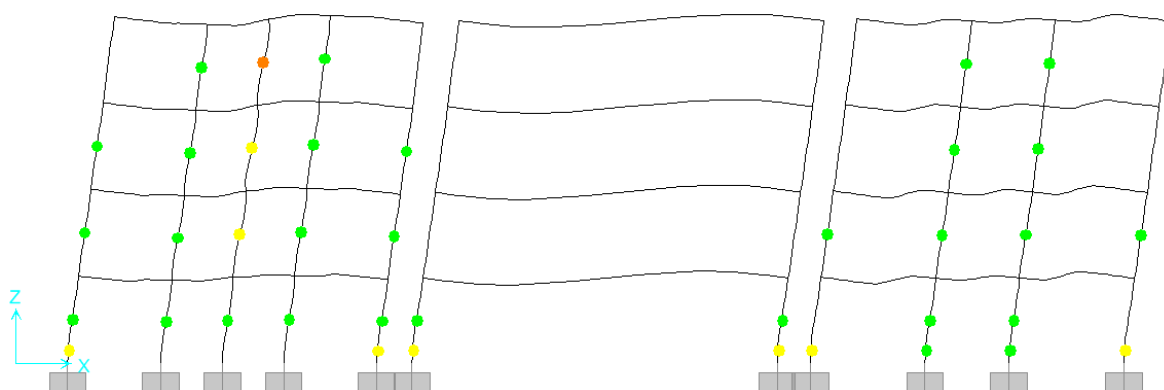


Figura 4.16 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.013 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

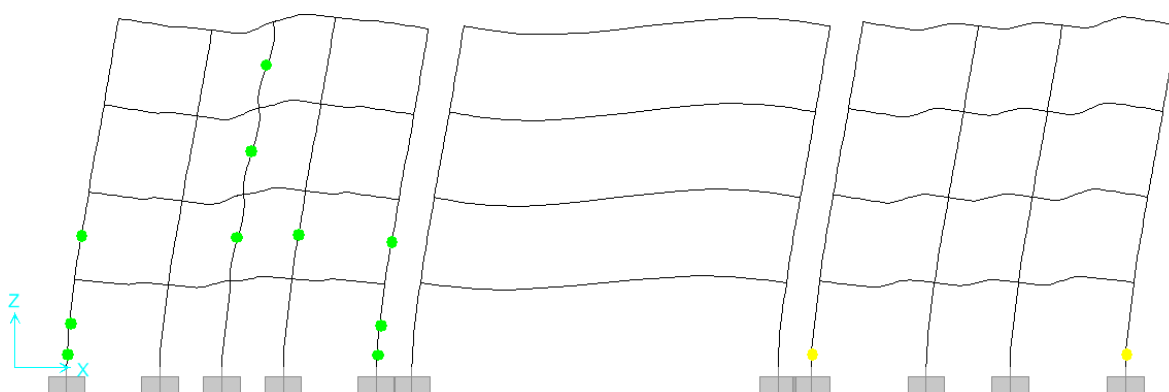


Figura 4.17 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

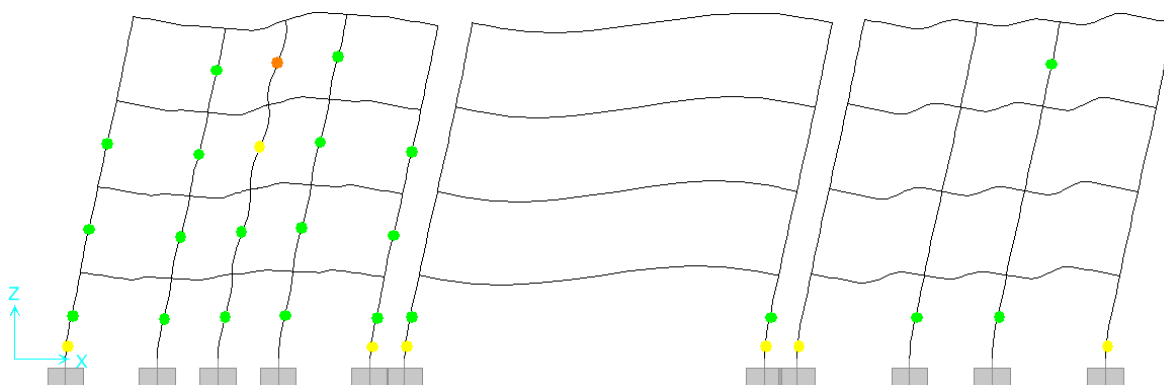


Figura 4.18 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

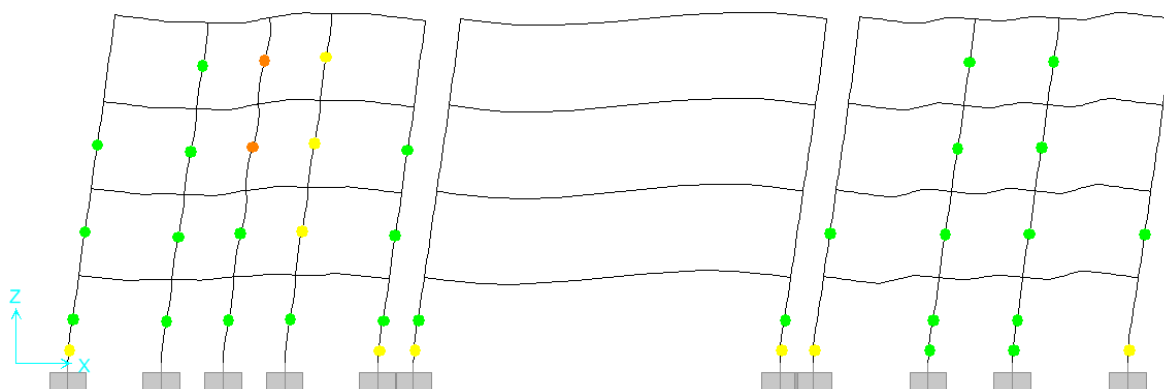


Figura 4.19 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.014 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

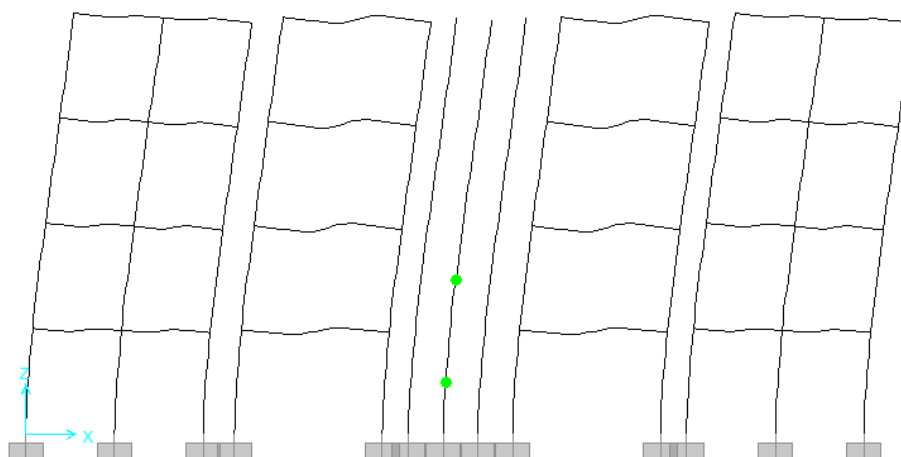


Figura 4.20 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

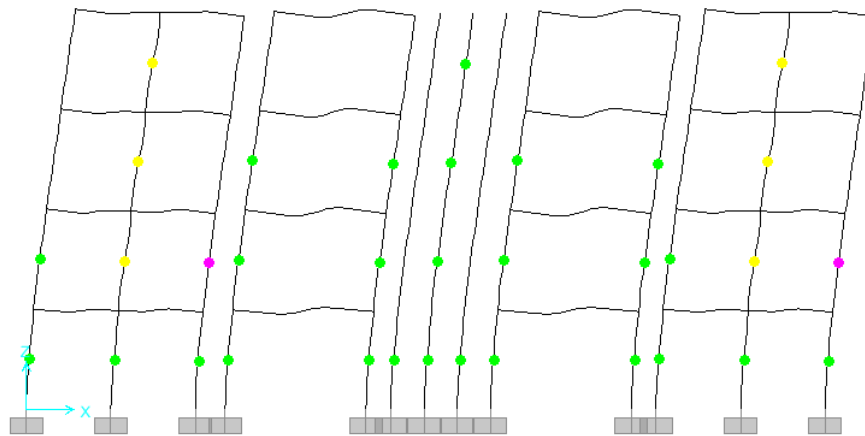


Figura 4.21 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

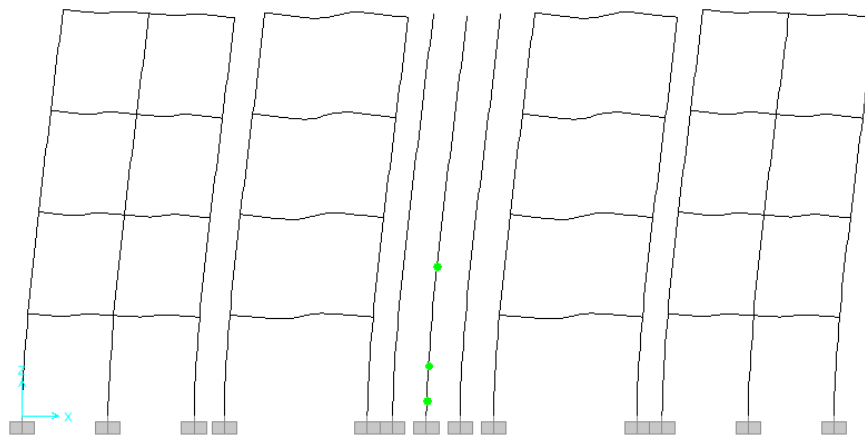


Figura 4.22 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

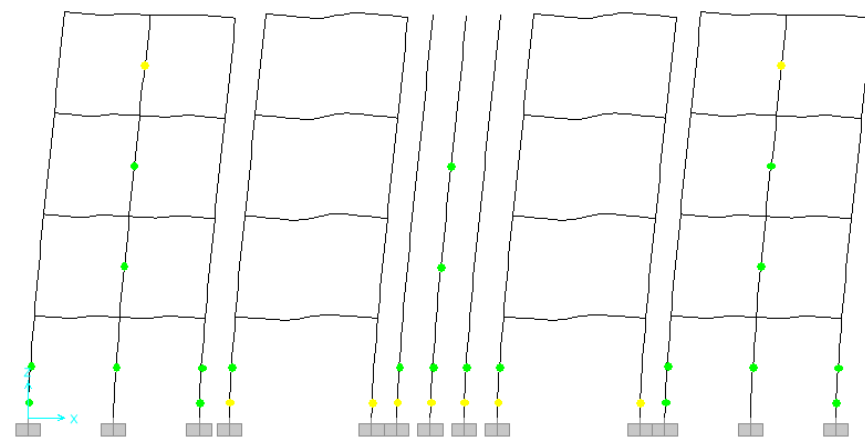


Figura 4.23 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

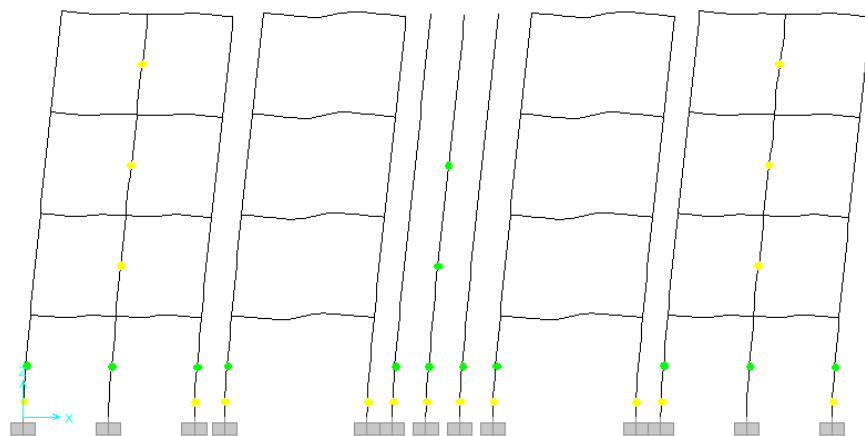


Figura 4.24 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.012 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

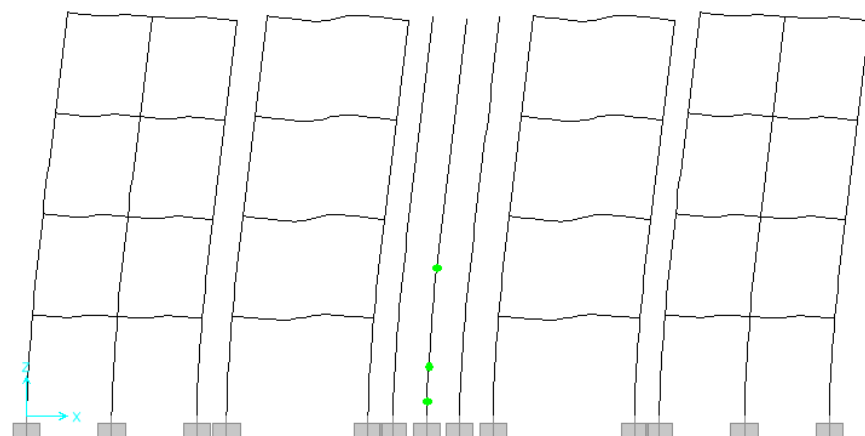


Figura 4.25 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

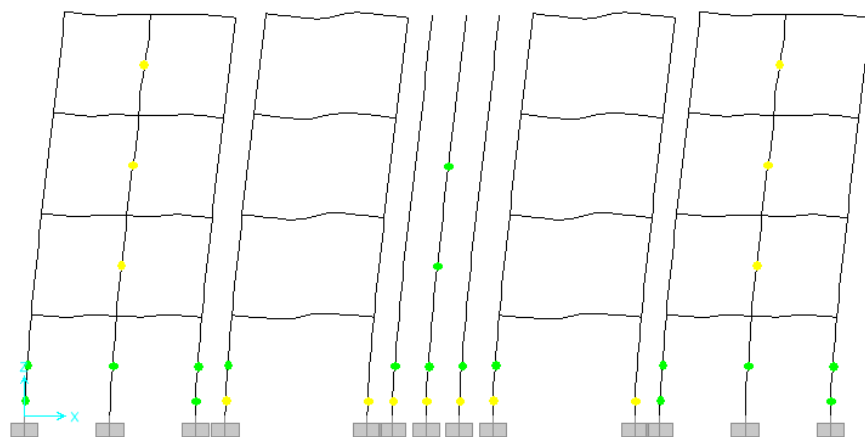


Figura 4.26 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

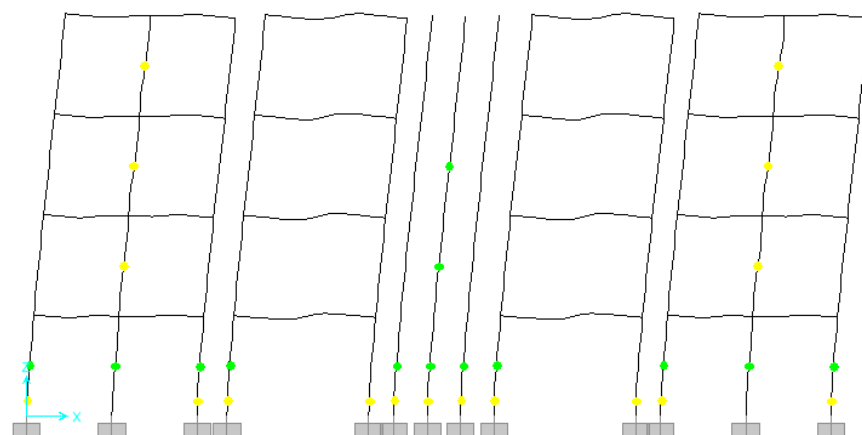


Figura 4.27 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.012 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

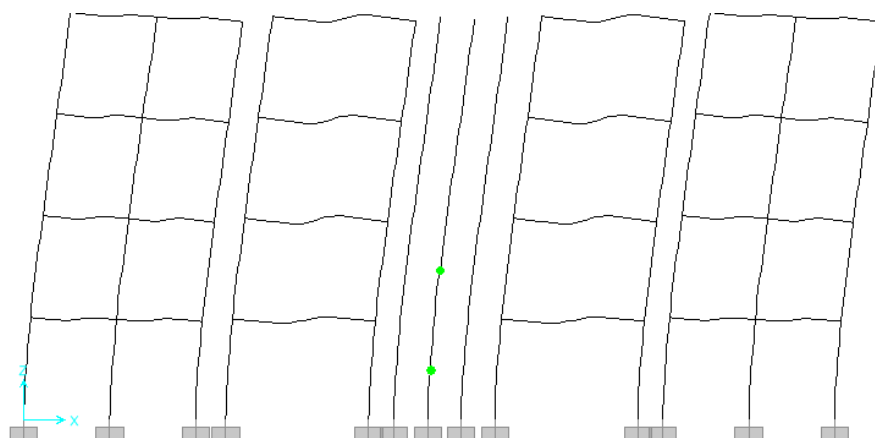


Figura 4.28 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

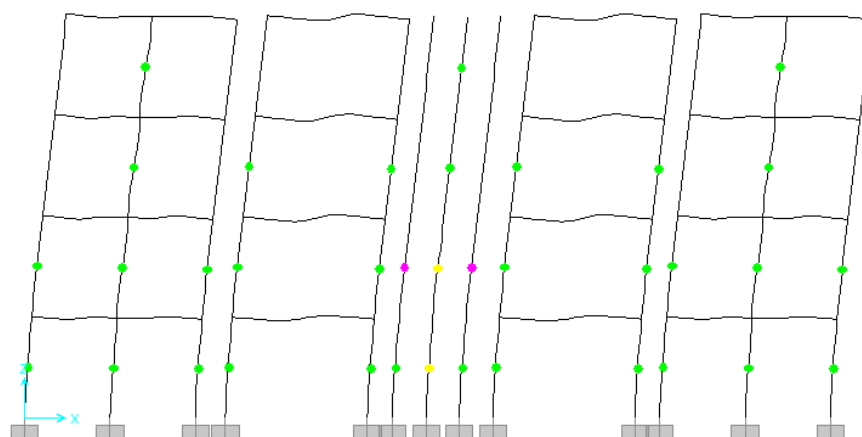


Figura 4.29 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

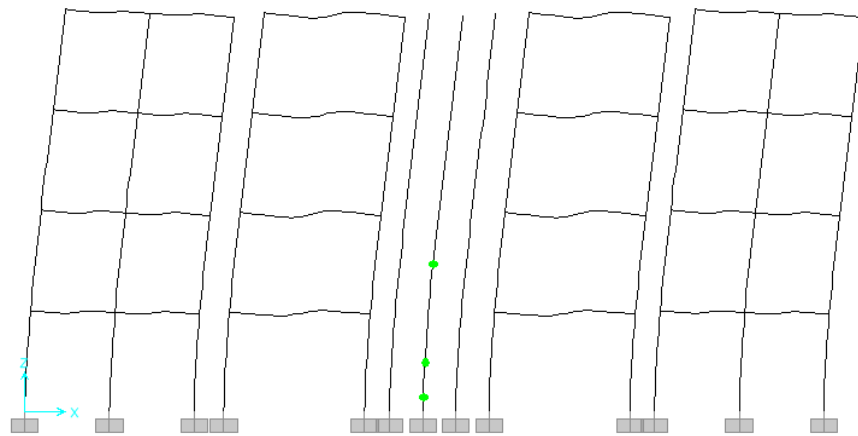


Figura 4.30 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

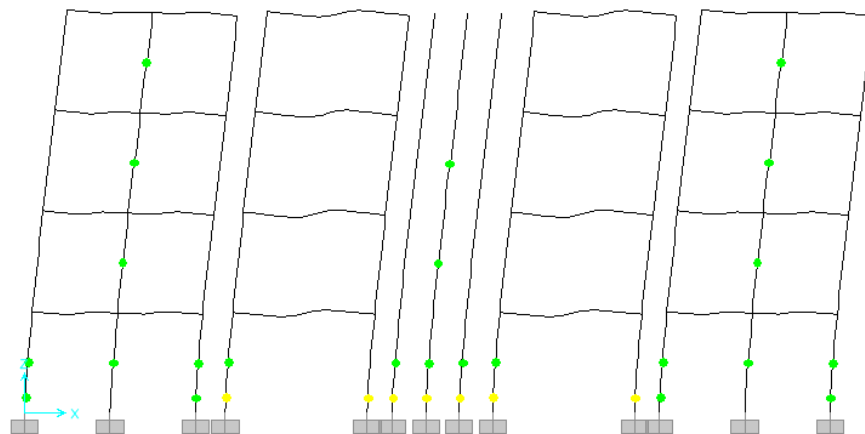


Figura 4.31 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

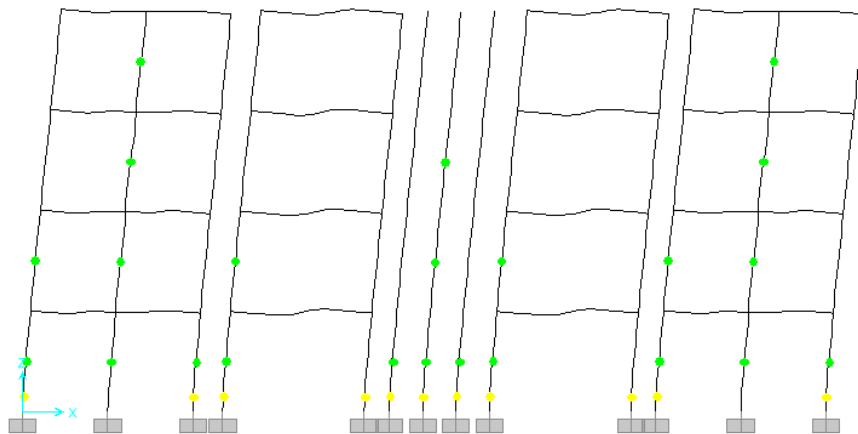


Figura 4.32 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.013 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

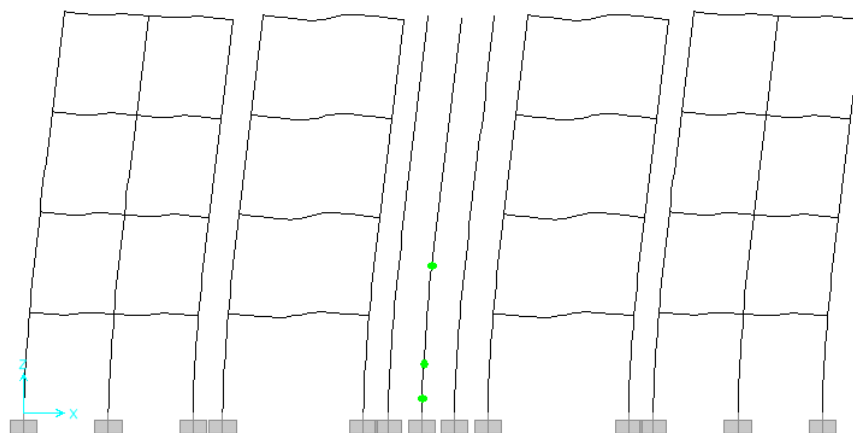


Figura 4.33 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

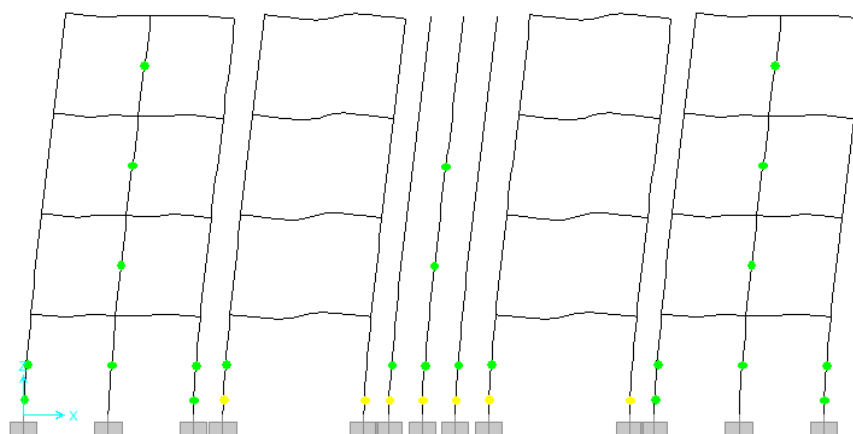


Figura 4.34 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

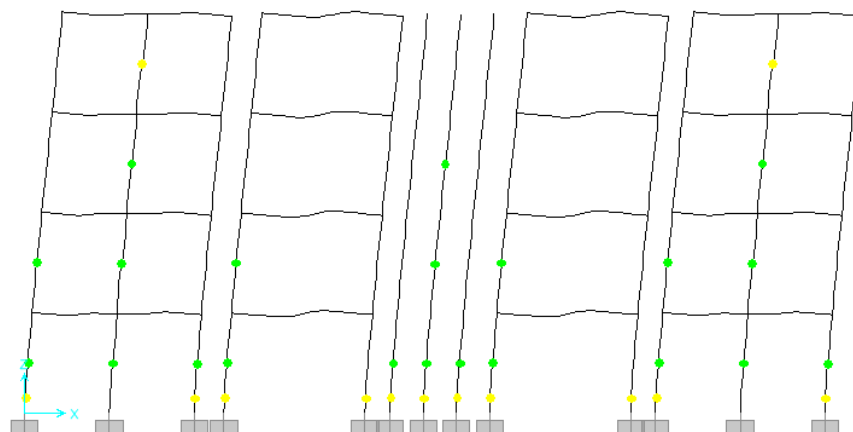


Figura 4.35 - Estado de la estructura a una distorsión promedio de 0.013 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

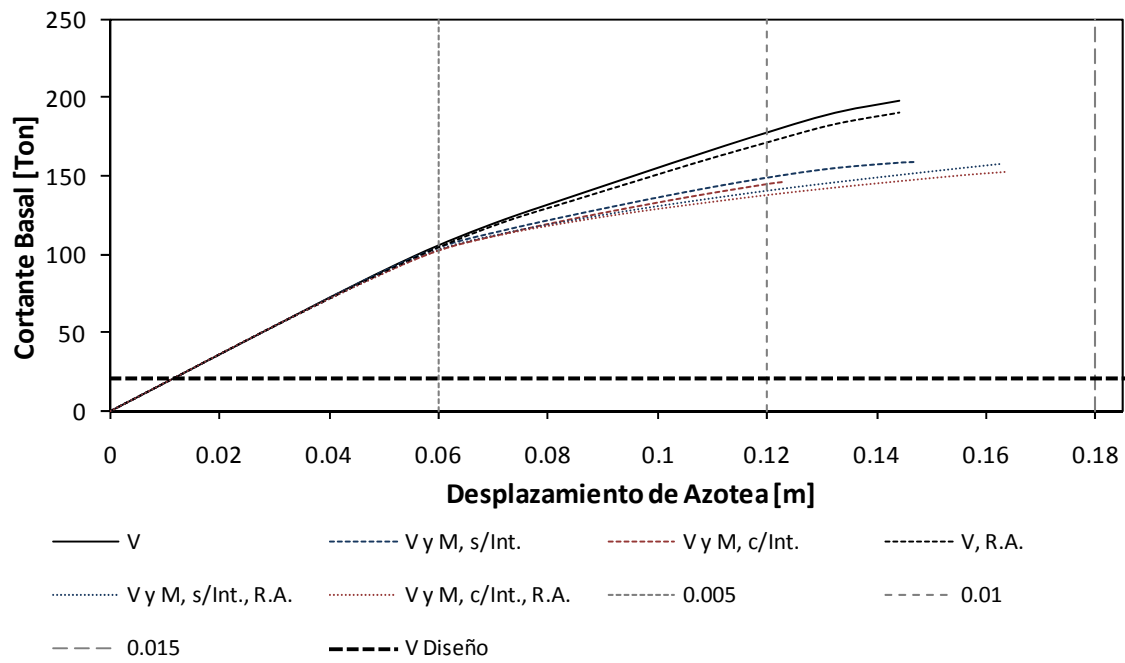


Figura 4.36 - Curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

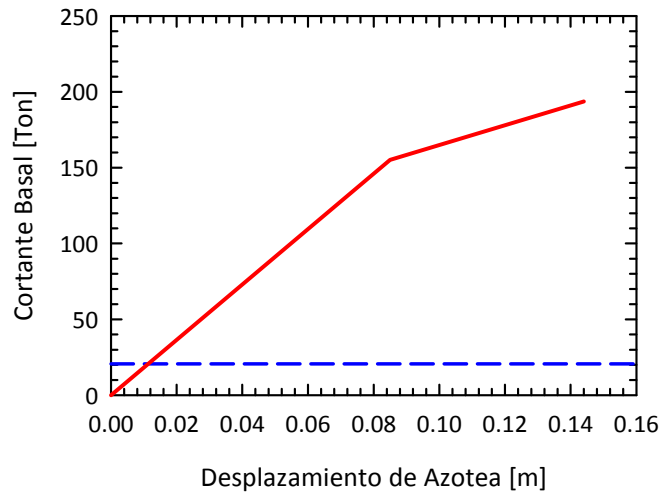


Figura 4.37 - Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente a los modelos "V" y "V, R.A."

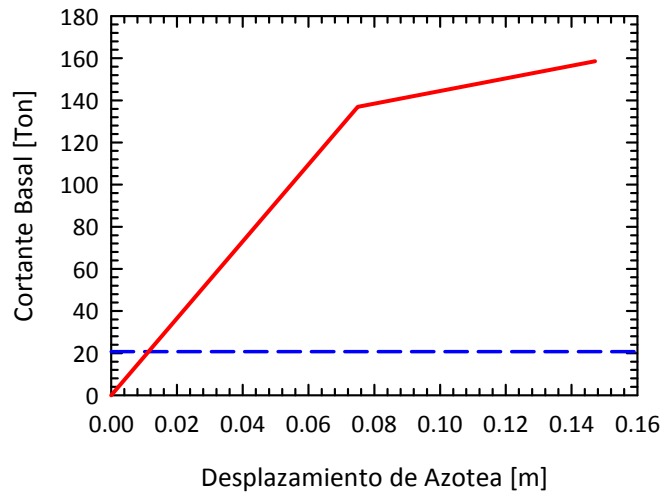


Figura 4.38 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente al modelo “V y M, s/Int.”

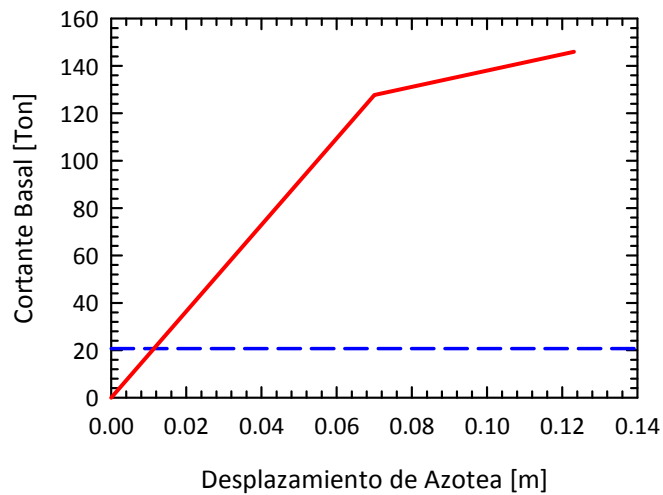


Figura 4.39 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente al modelo “V y M, c/Int.”

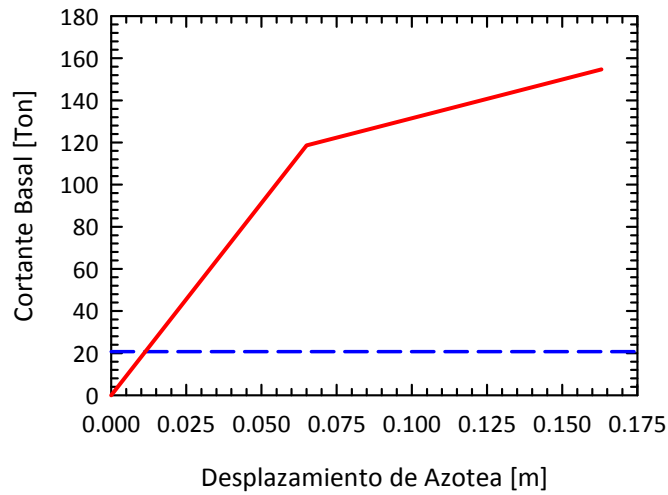


Figura 4.40 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

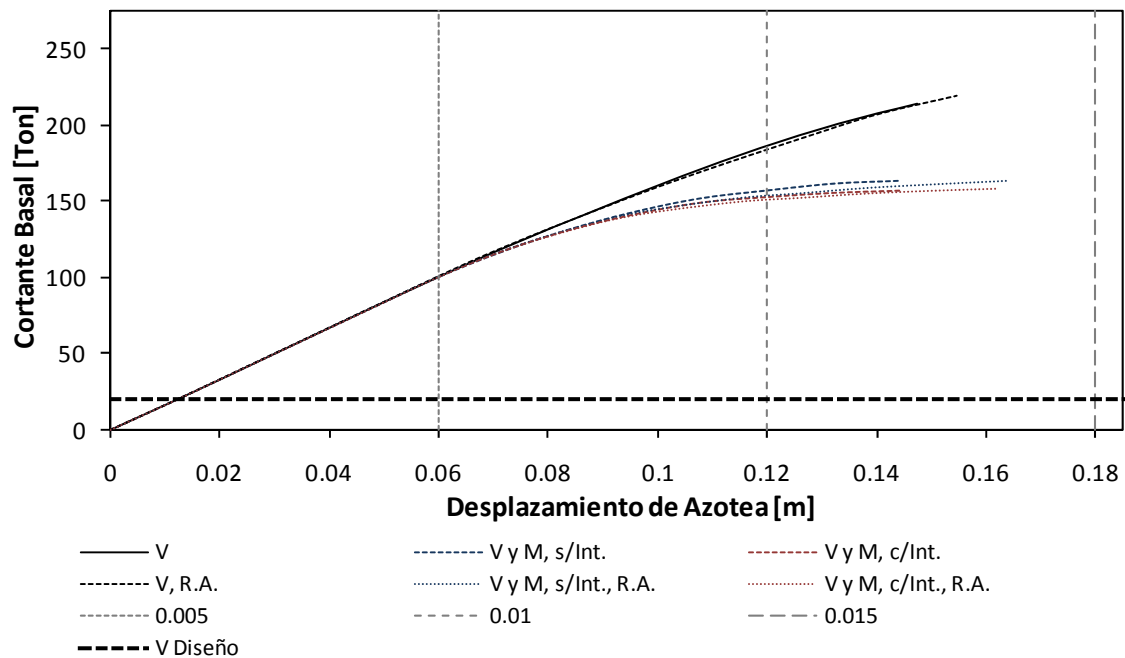


Figura 4.41 - Curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

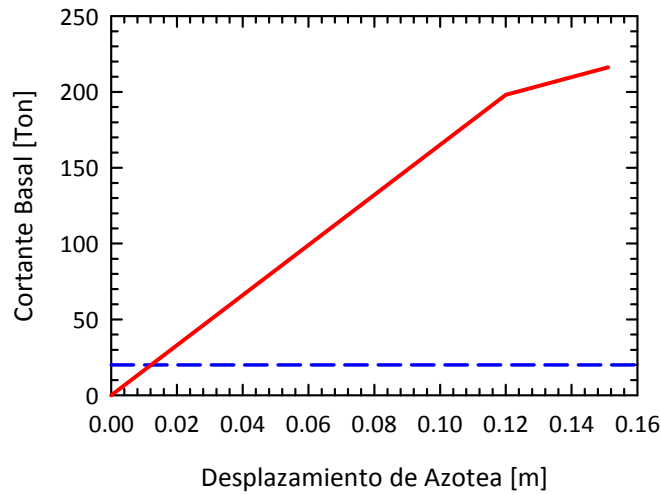


Figura 4.42 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente a los modelos “V” y “V, R.A.”

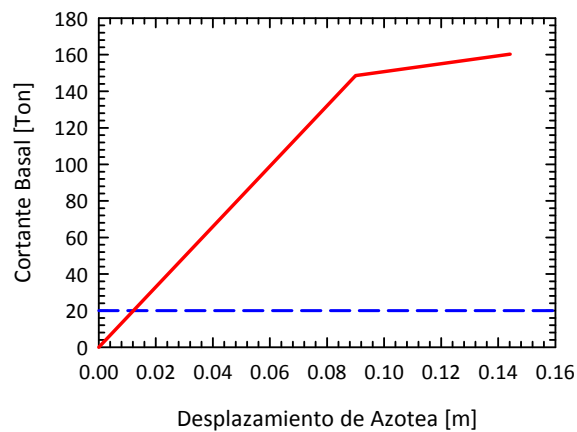


Figura 4.43 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.” y “V y M, c/Int.”

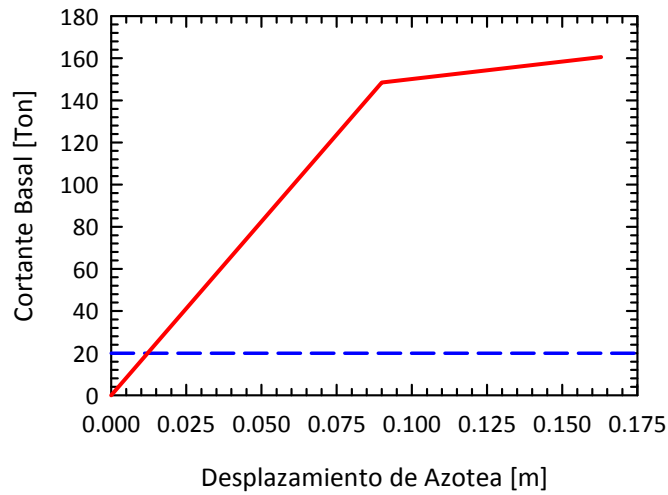


Figura 4.44 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

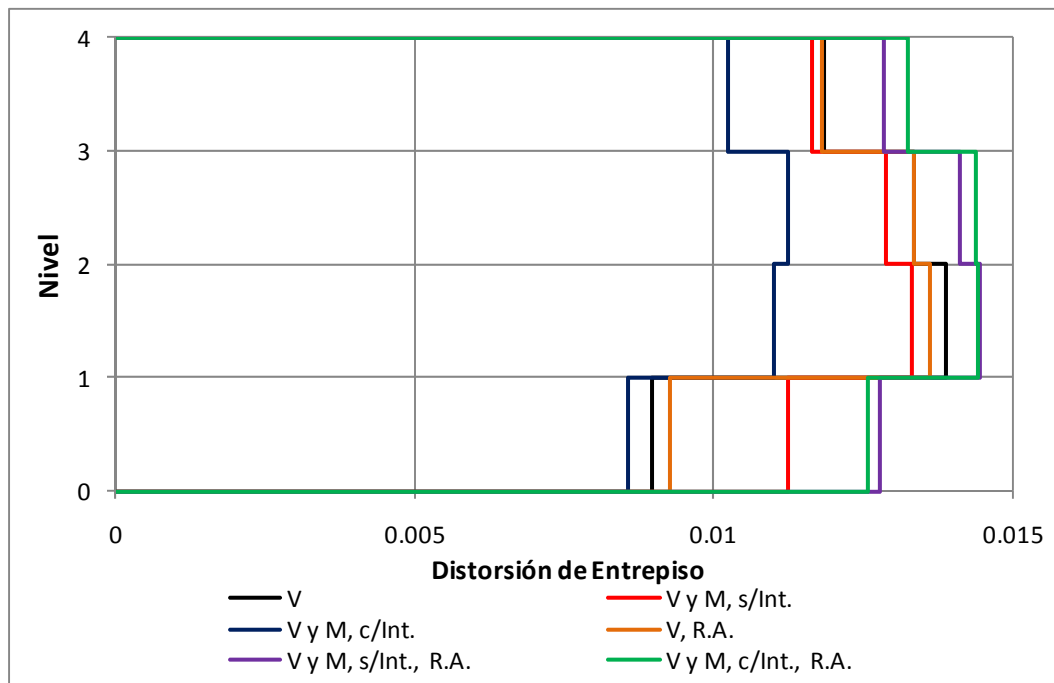


Figura 4.45 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

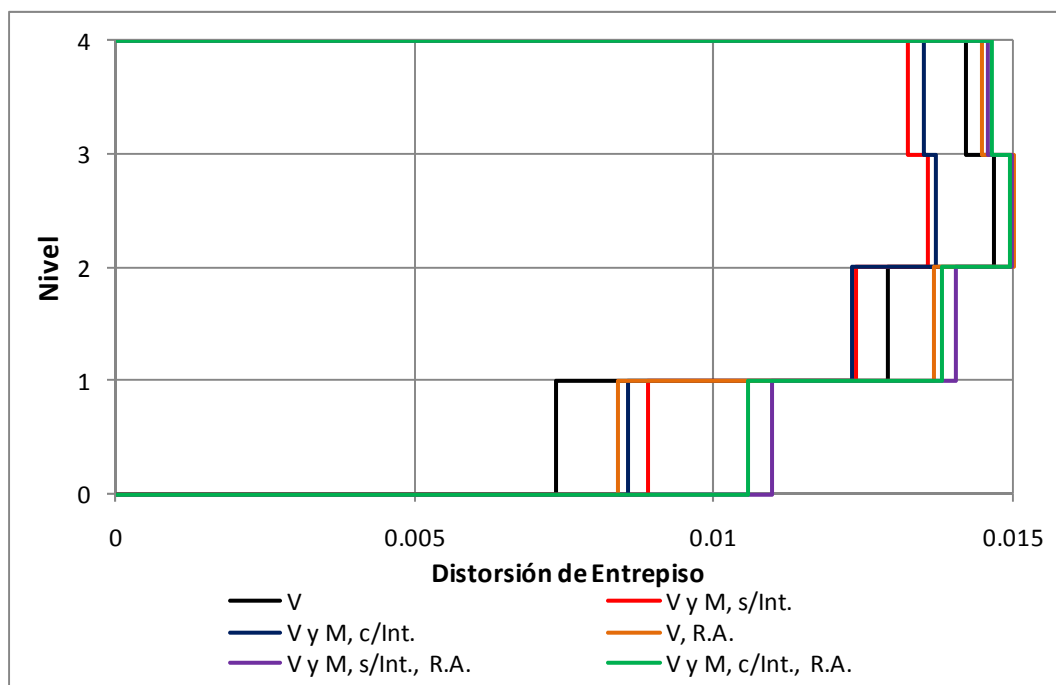


Figura 4.46 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

4.2.1.2. EDIFICIO DE SEIS NIVELES

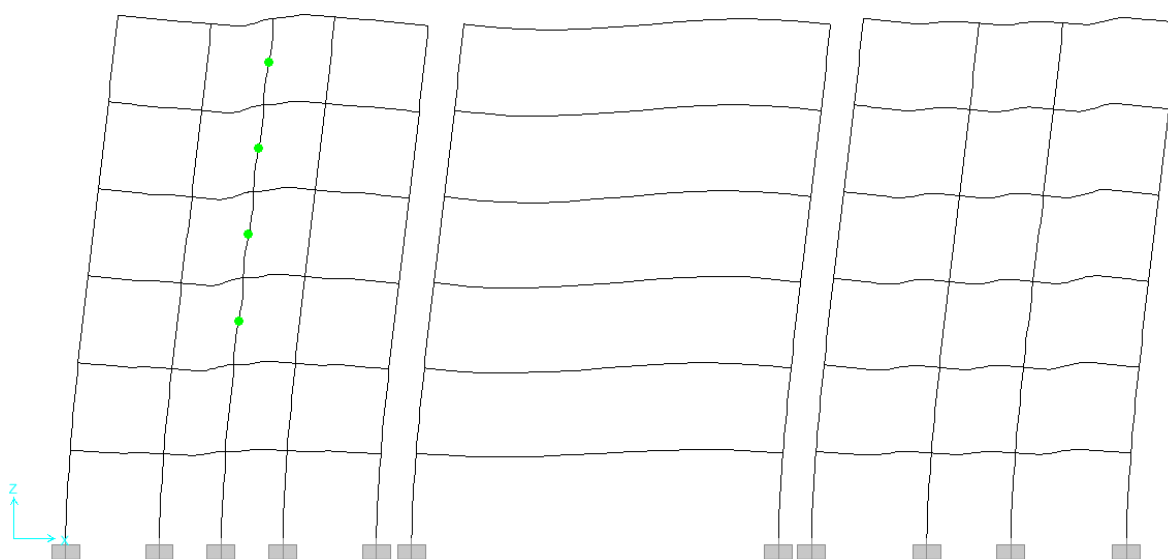


Figura 4.47 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

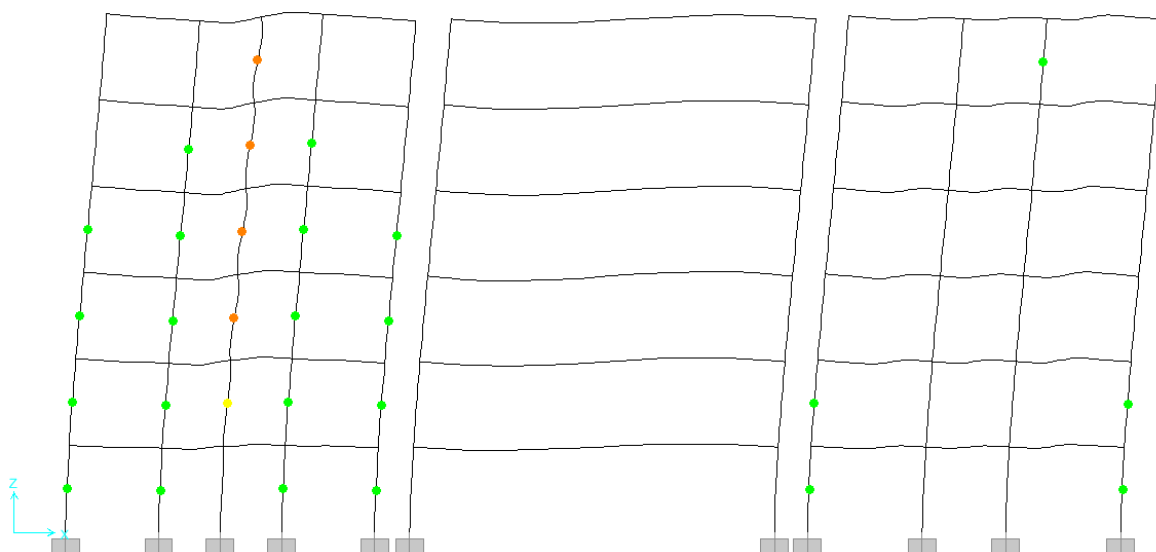


Figura 4.48 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

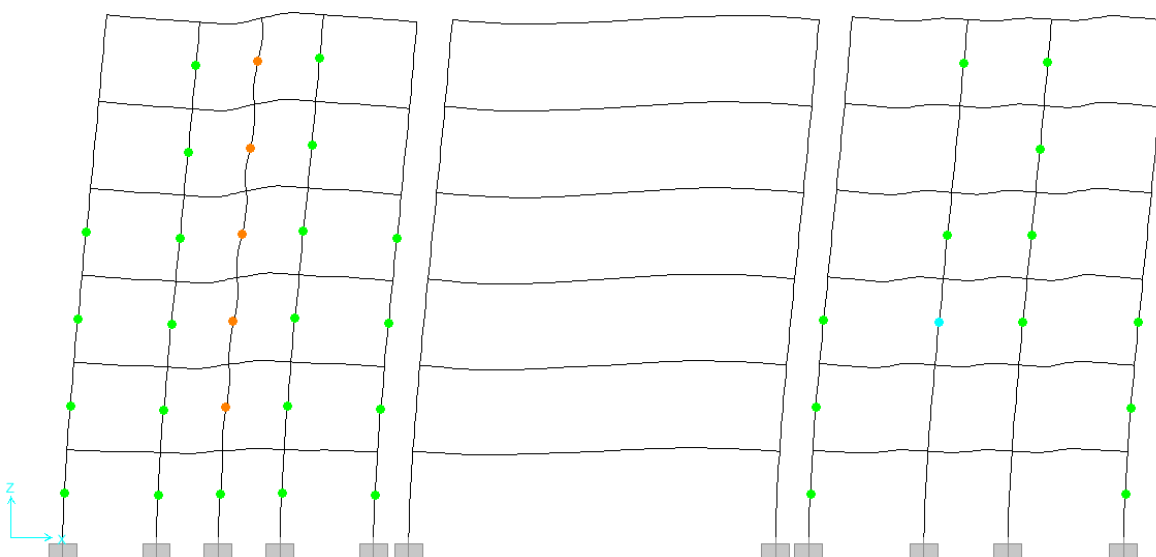


Figura 4.49 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

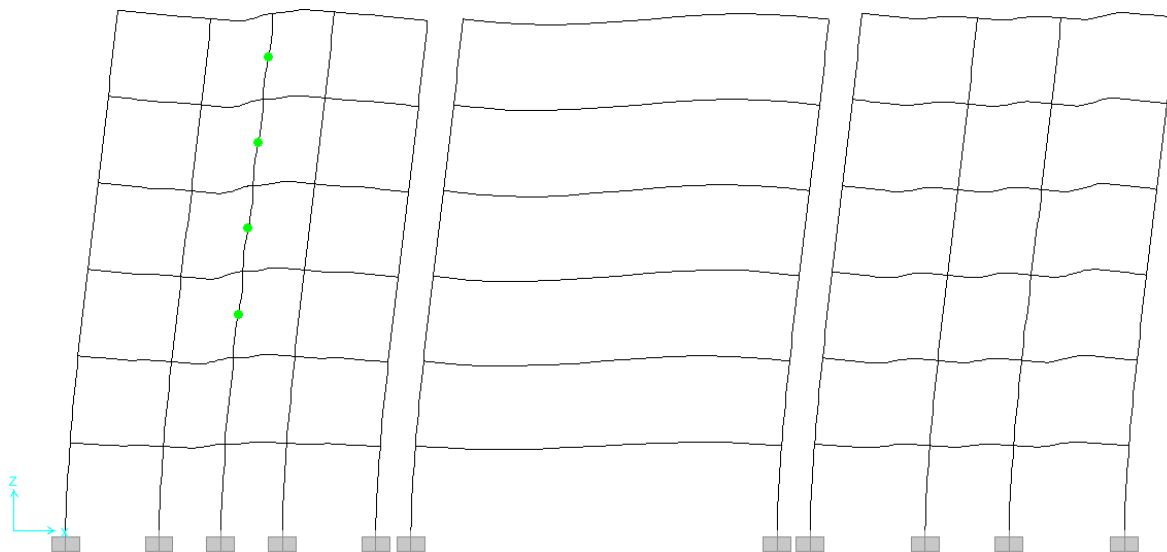


Figura 4.50 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

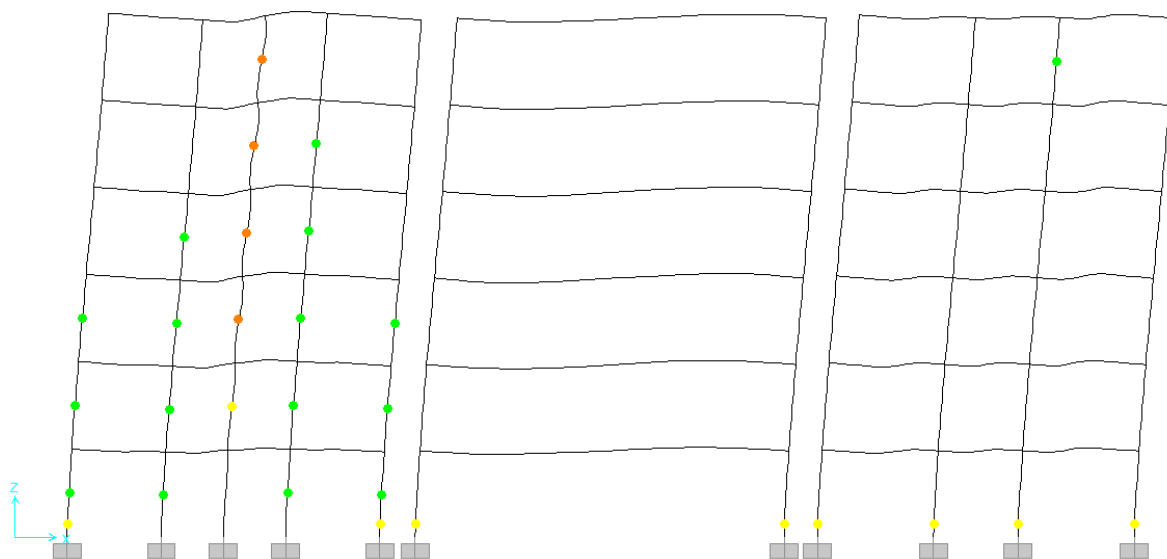


Figura 4.51 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

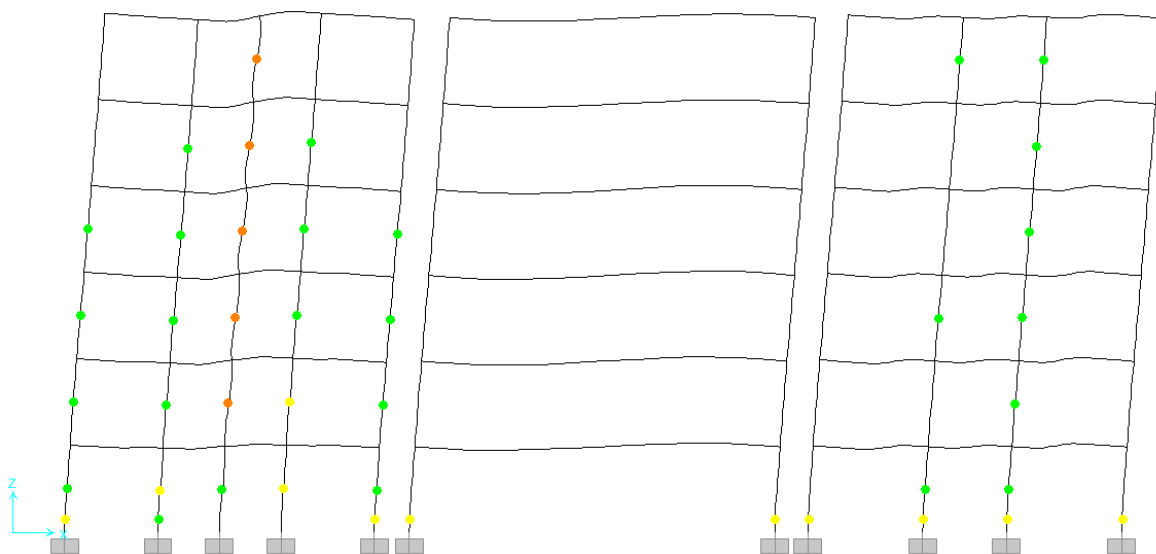


Figura 4.52 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo “V y M s/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

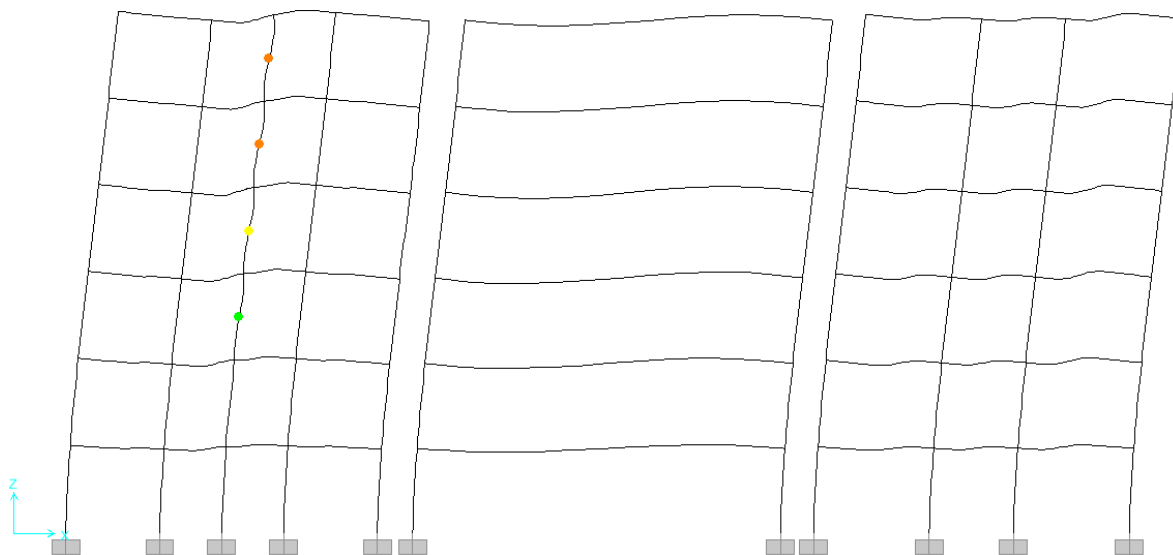


Figura 4.53 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V y M c/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

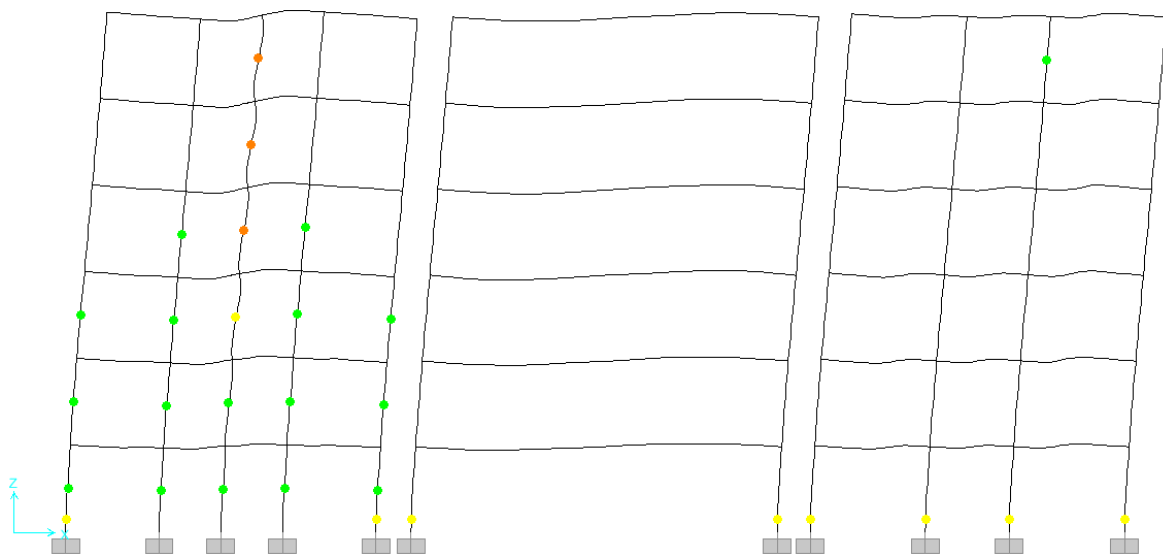


Figura 4.54 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

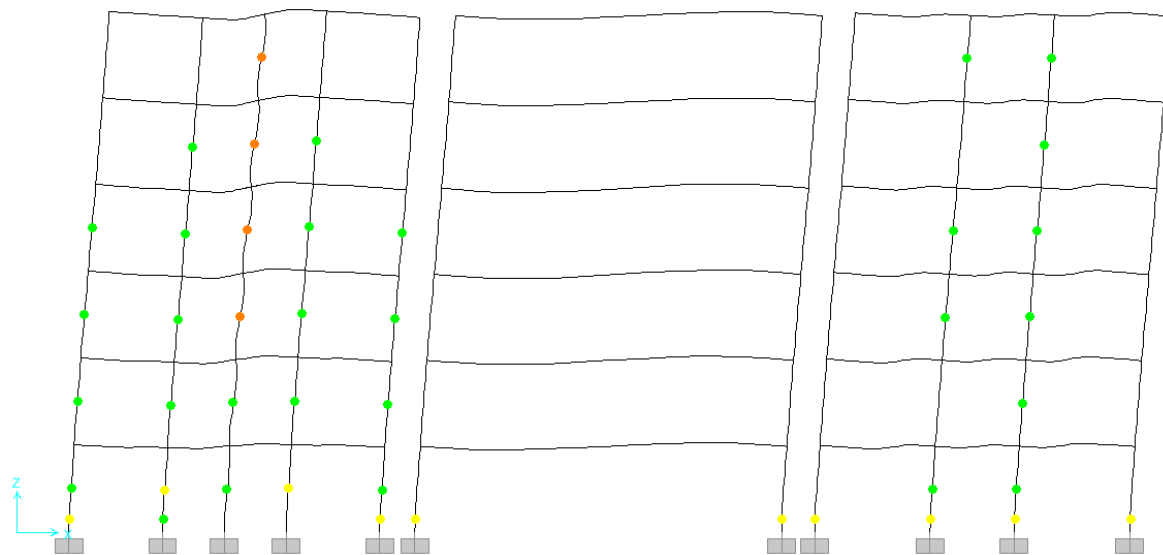


Figura 4.55 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

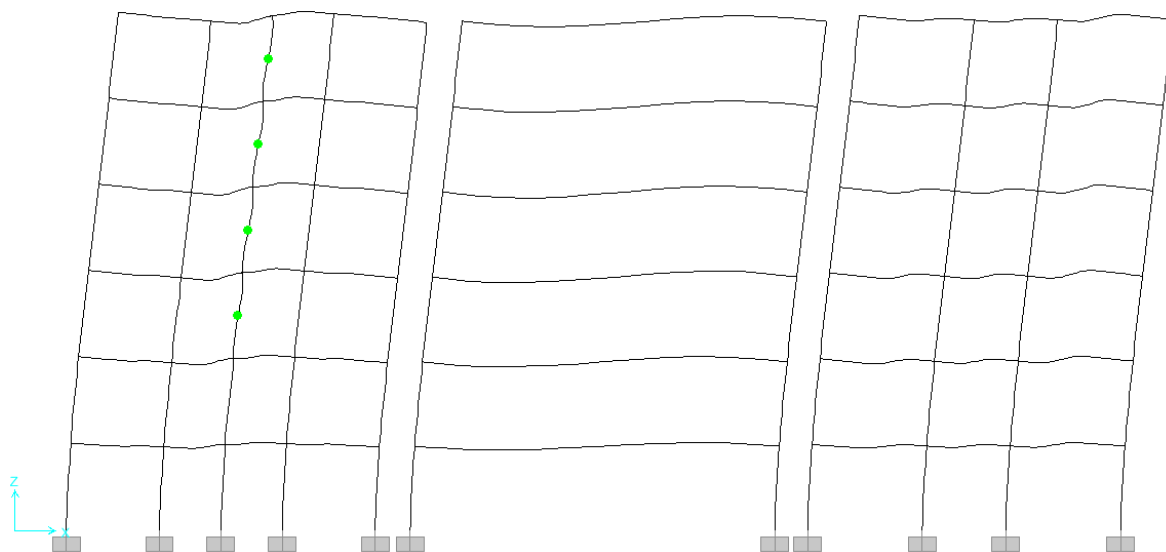


Figura 4.56 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

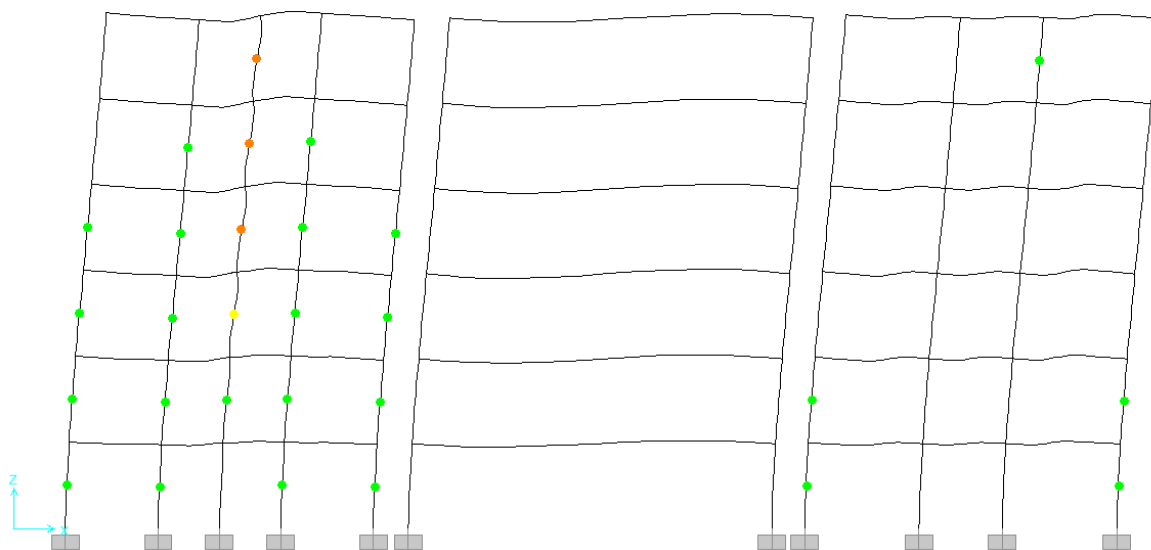


Figura 4.57 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

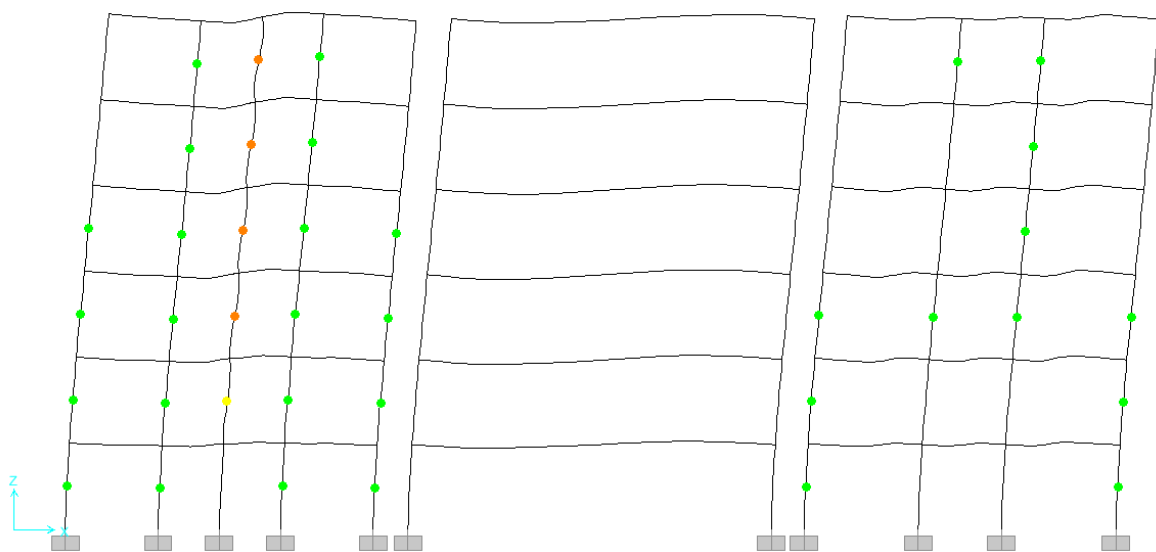


Figura 4.58 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

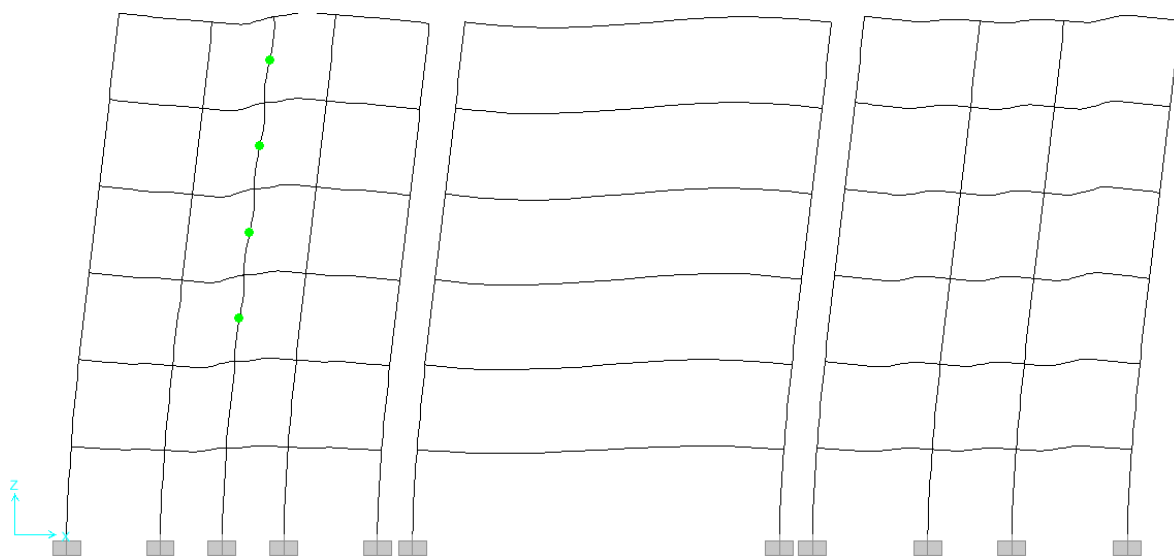


Figura 4.59 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

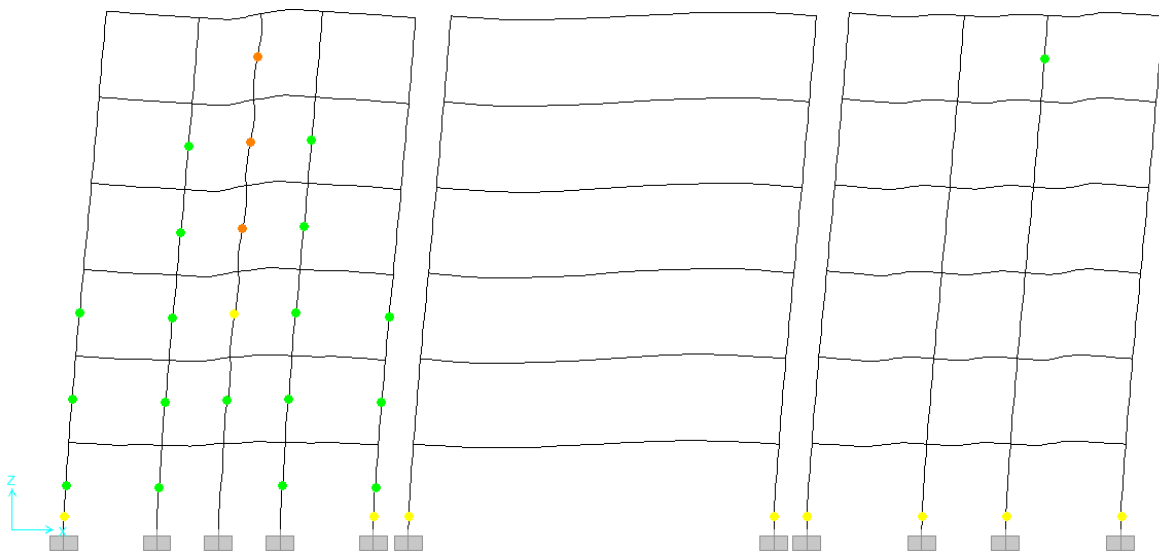


Figura 4.60 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo “V y M s/Int., R.A.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

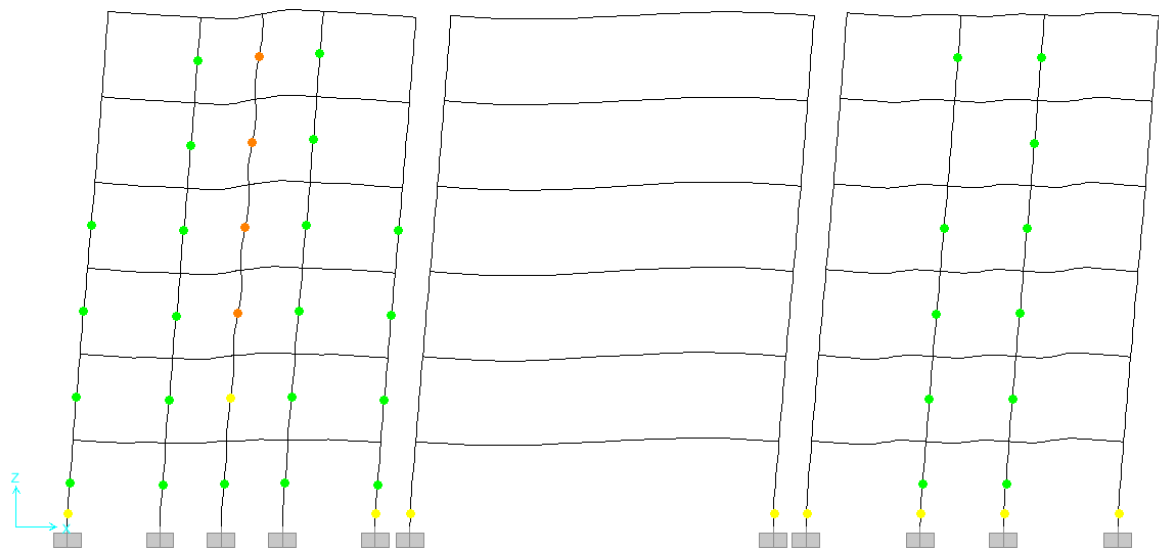


Figura 4.61 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo “V y M s/Int., R.A.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

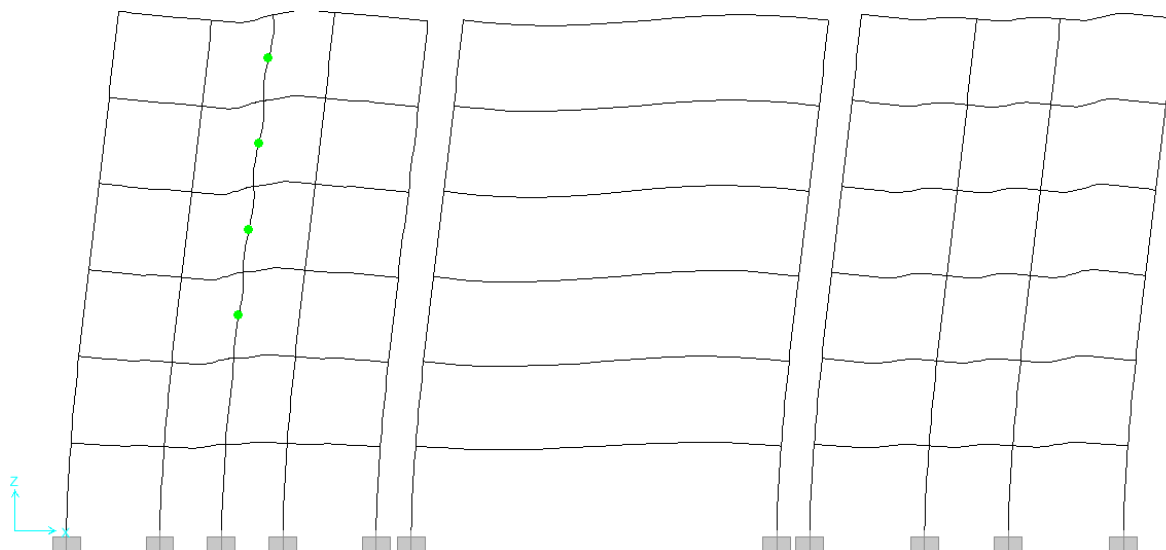


Figura 4.62 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

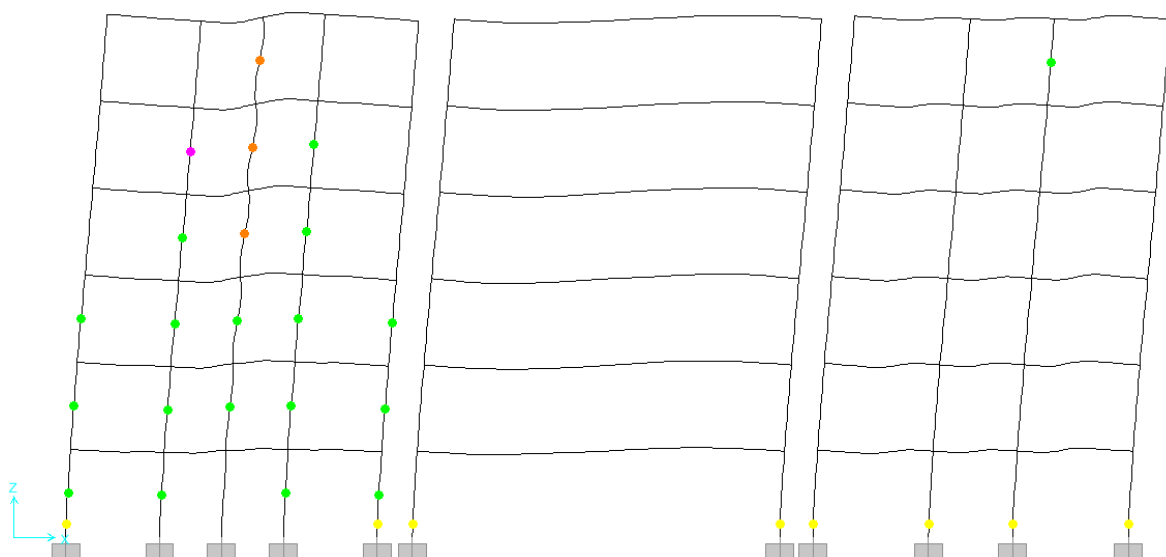


Figura 4.63 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

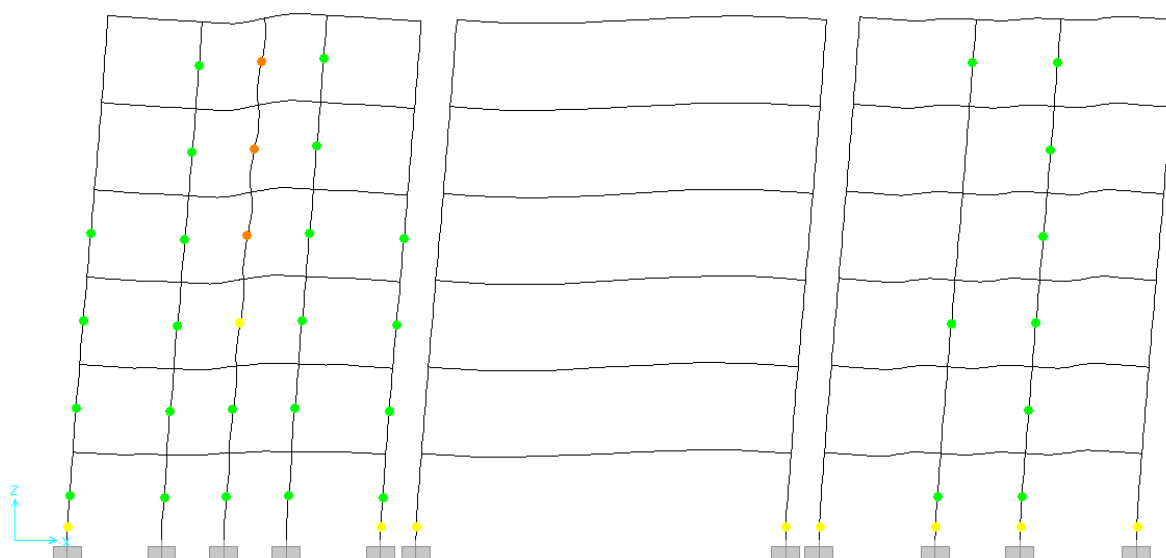


Figura 4.64 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

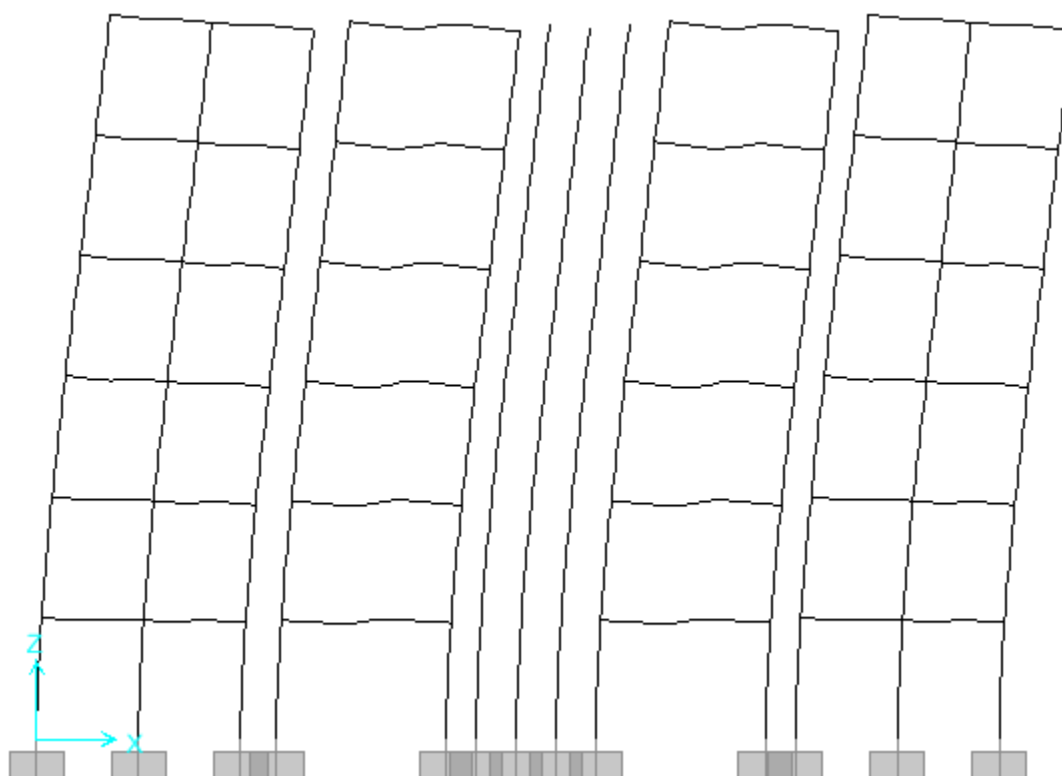


Figura 4.65 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

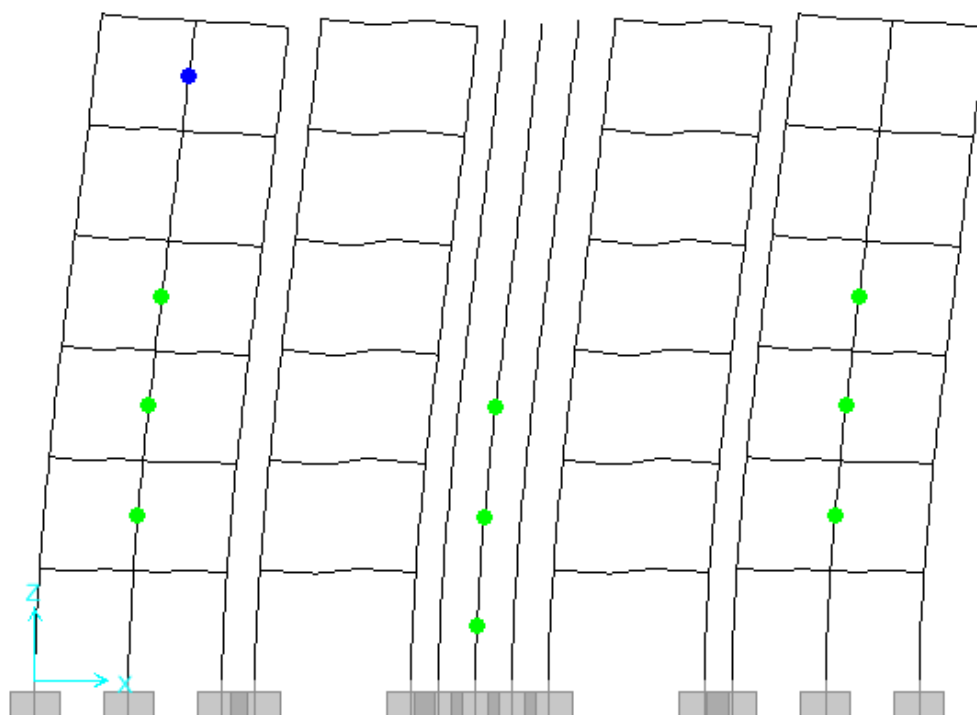


Figura 4.66 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

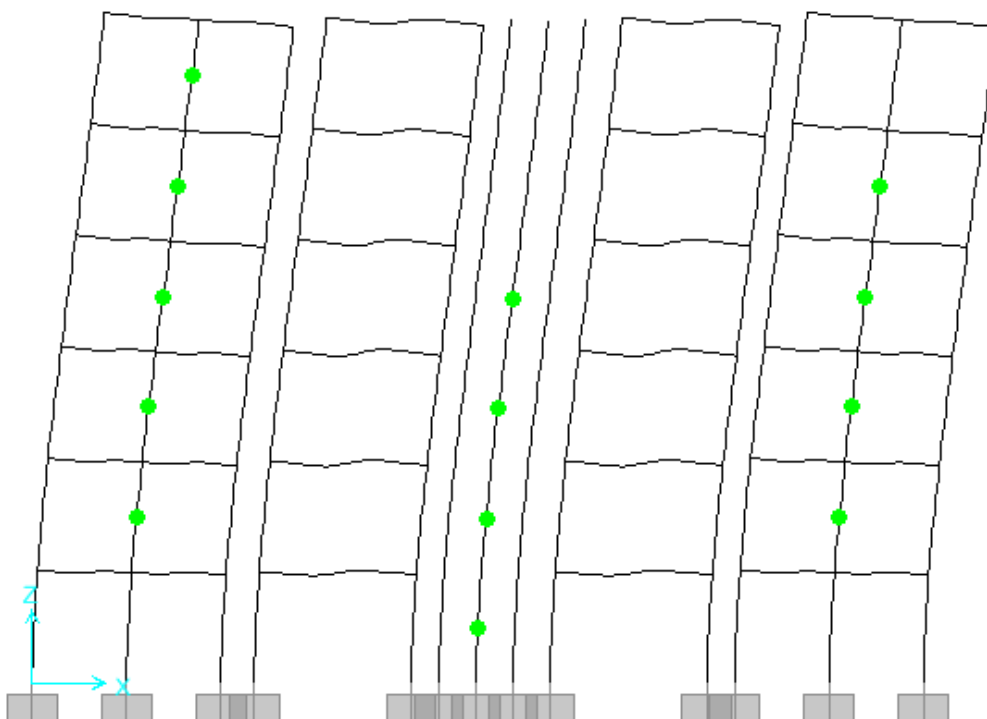


Figura 4.67 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

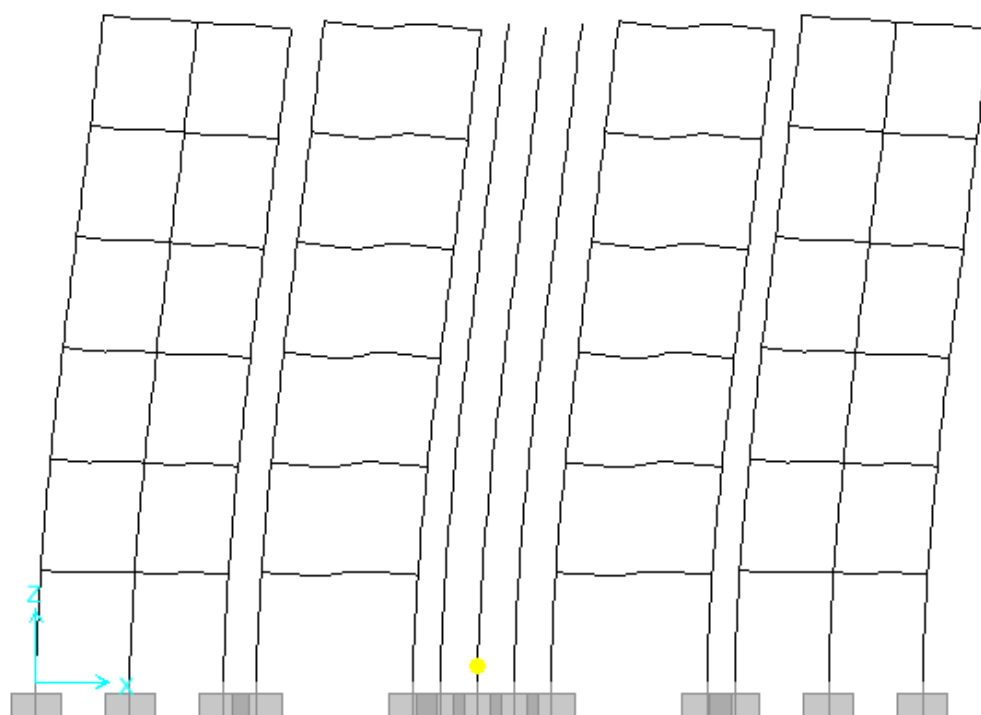


Figura 4.68 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

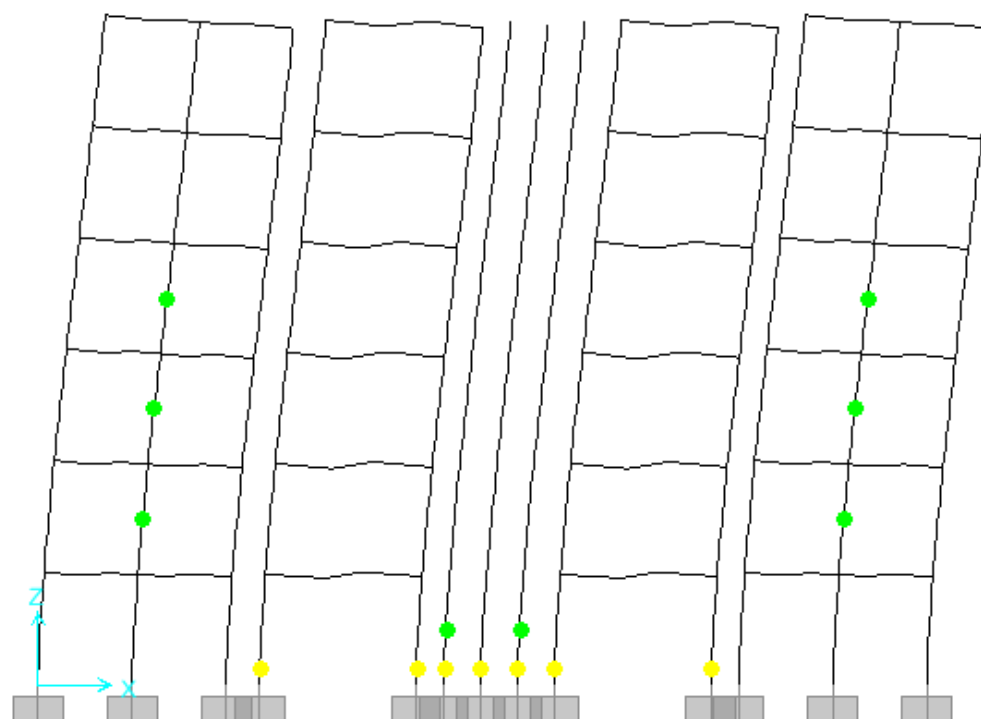


Figura 4.69 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

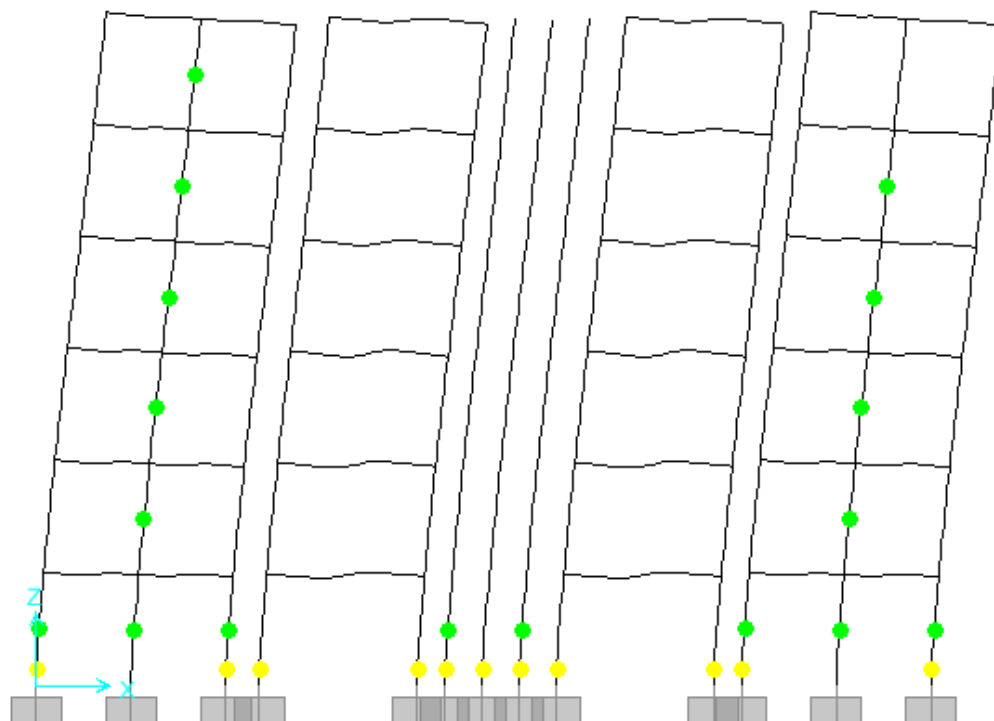


Figura 4.70 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

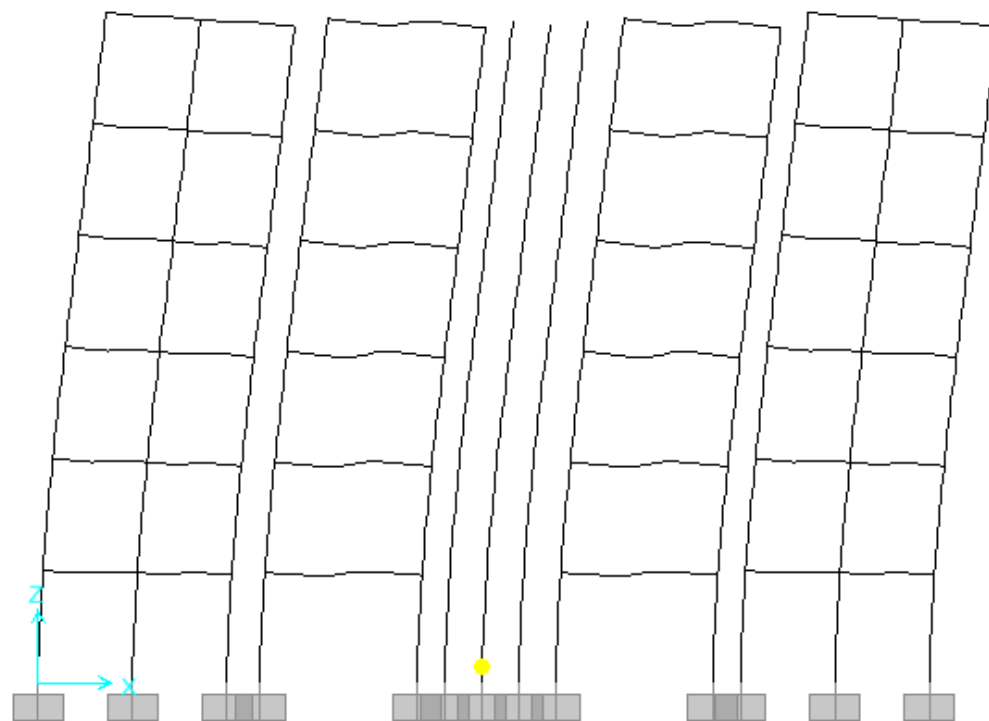


Figura 4.71 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

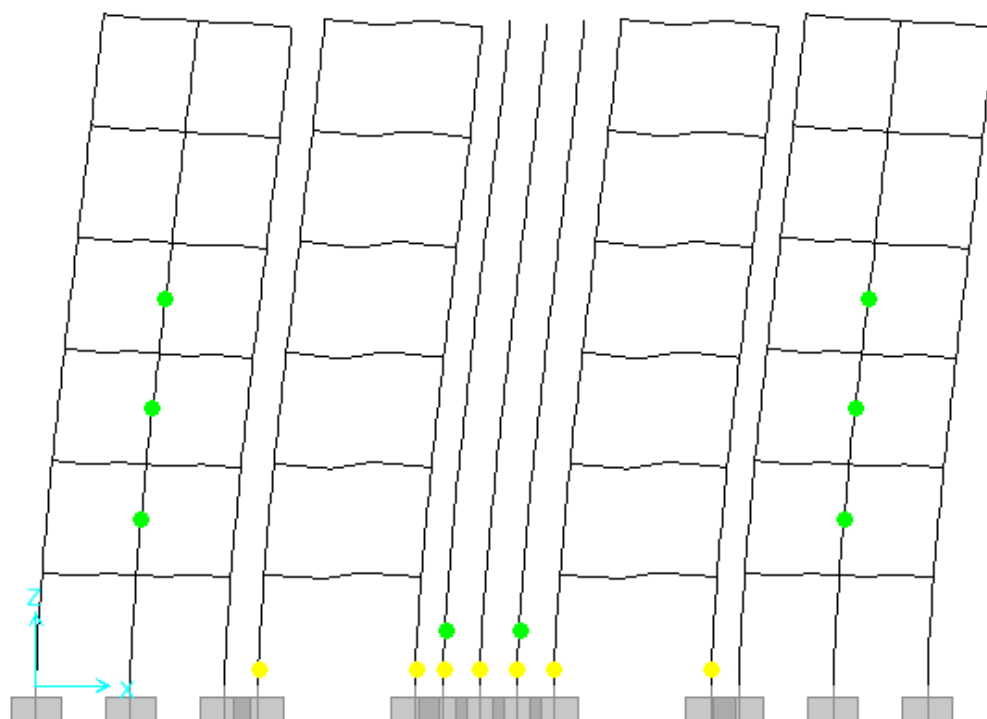


Figura 4.72 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

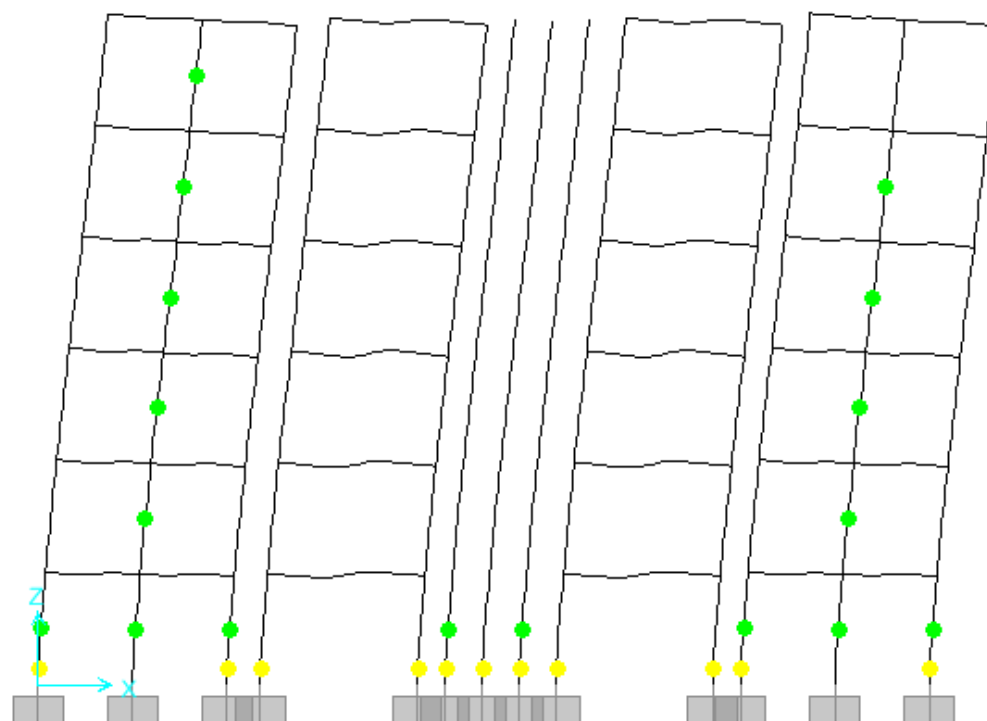


Figura 4.73 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

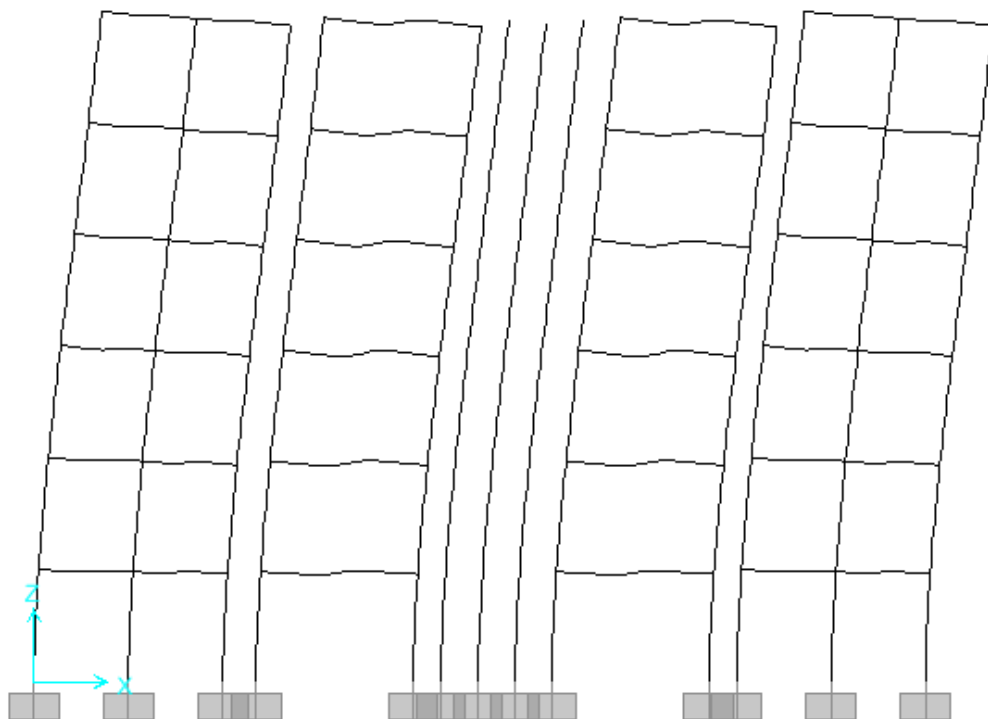


Figura 4.74 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

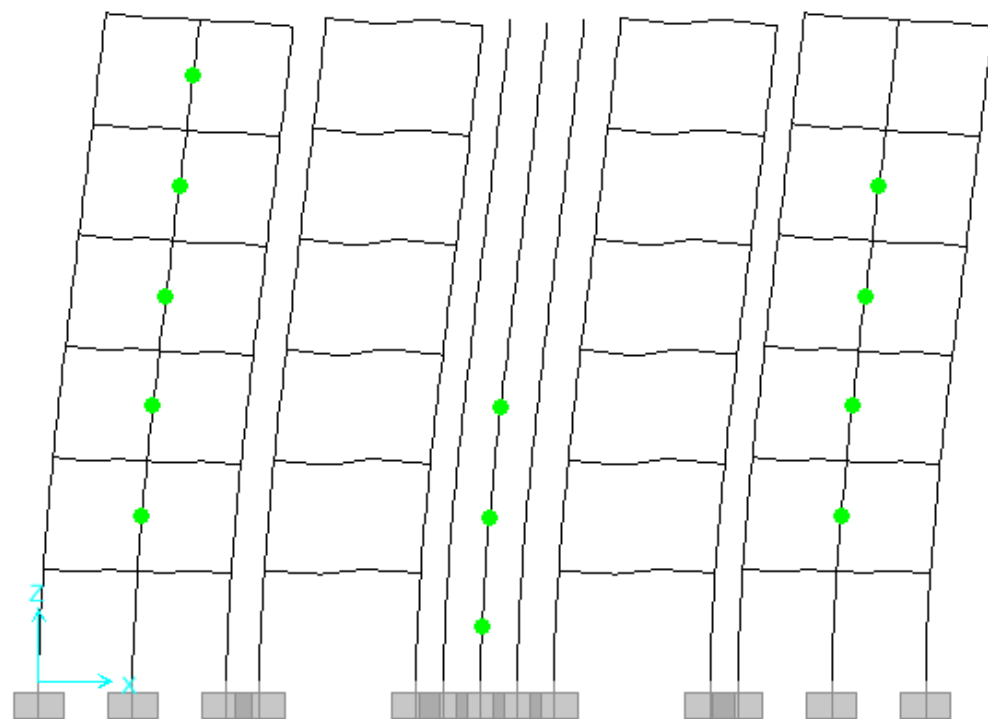


Figura 4.75 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

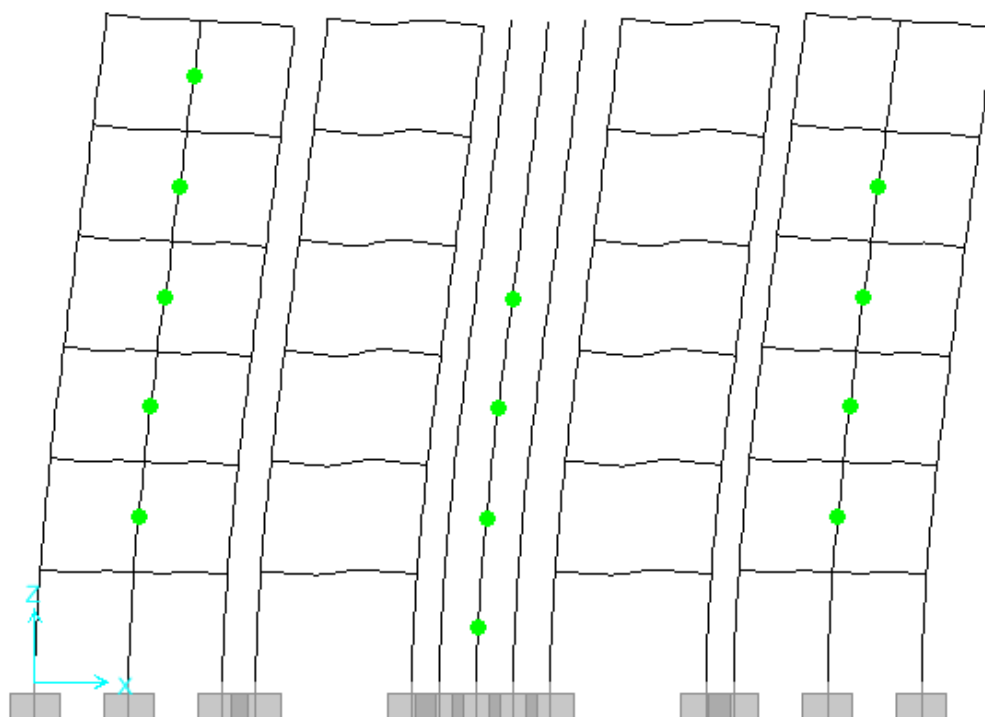


Figura 4.76 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

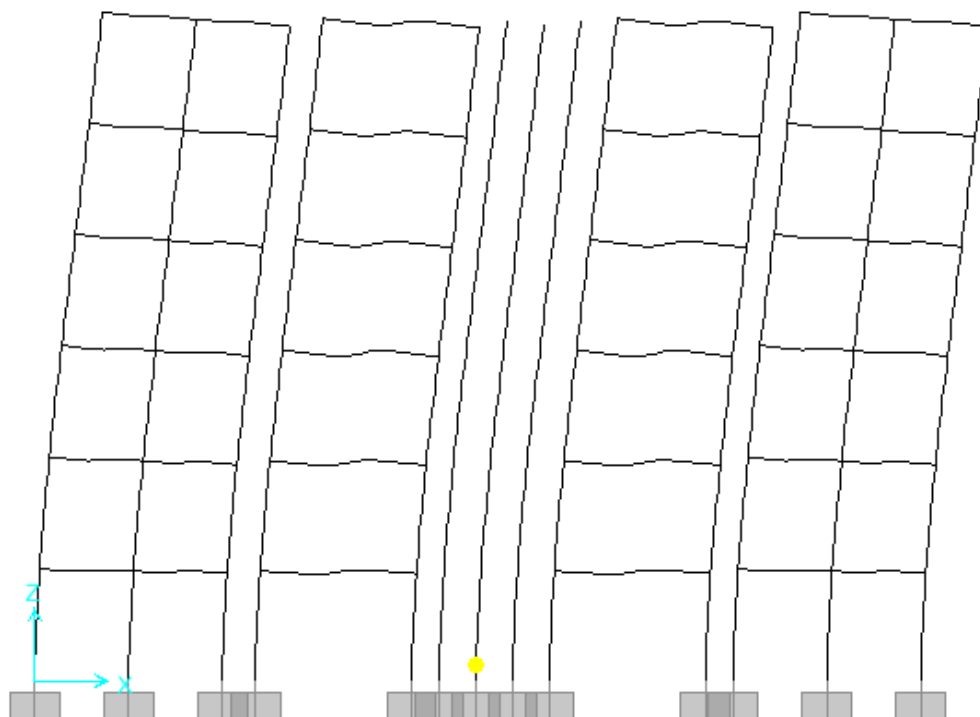


Figura 4.77 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

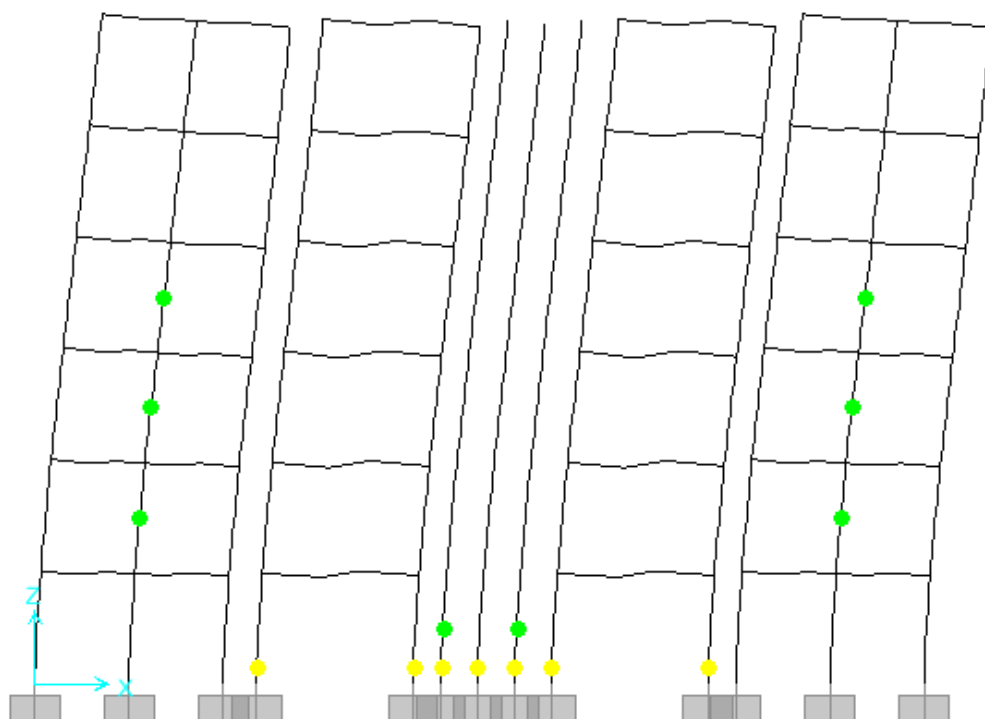


Figura 4.78 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo “V y M s/Int., R.A.” en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

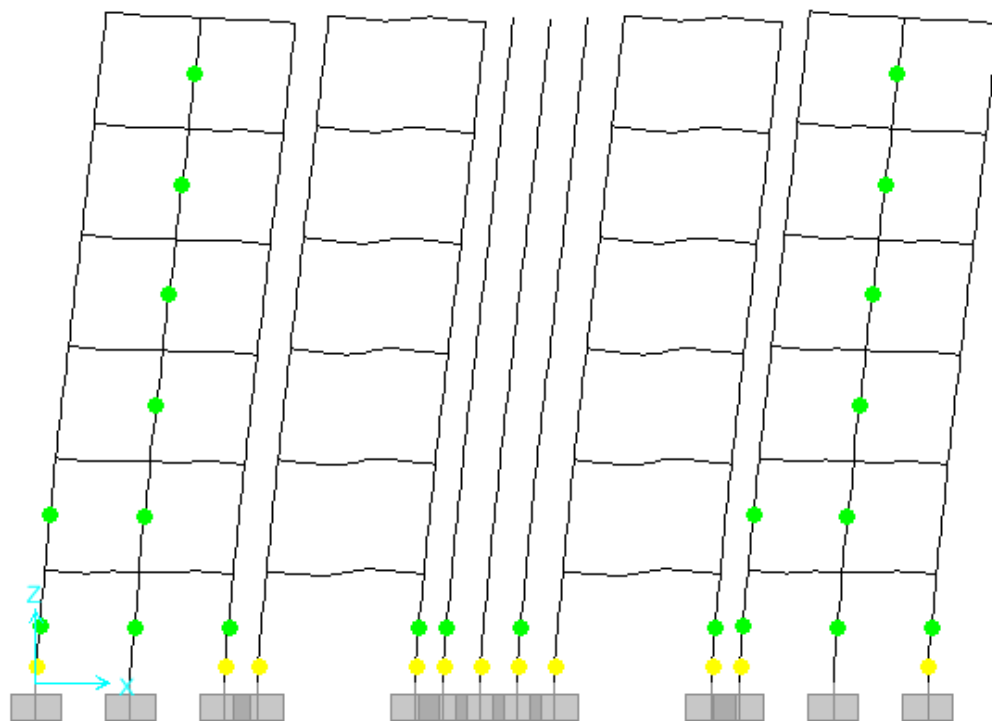


Figura 4.79 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.015 para el modelo “V y M s/Int., R.A.” en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

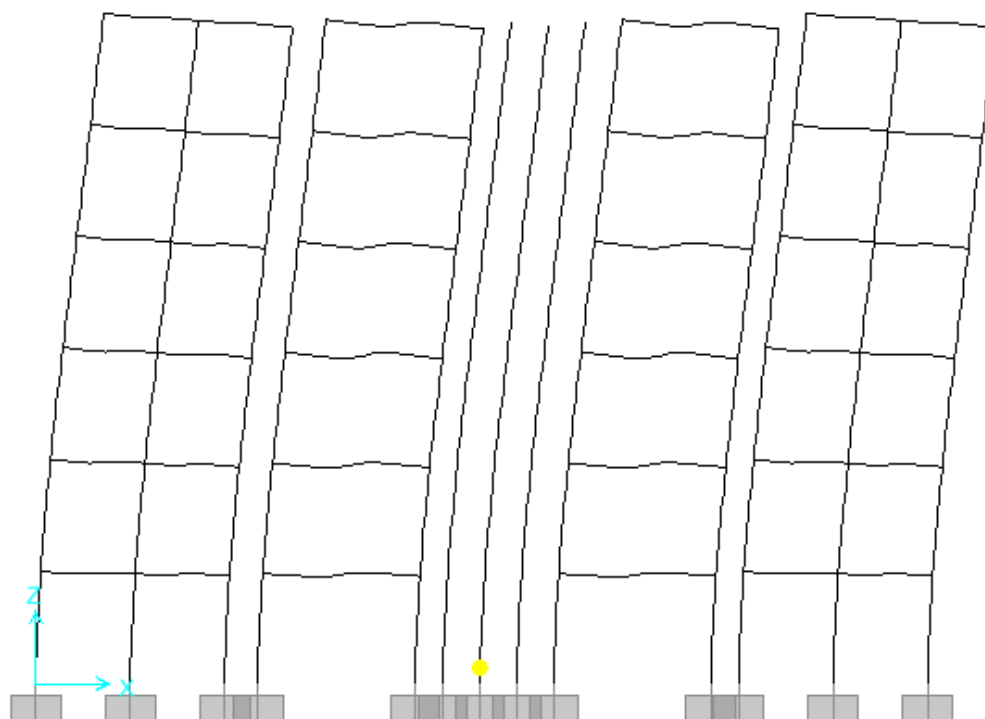


Figura 4.80 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

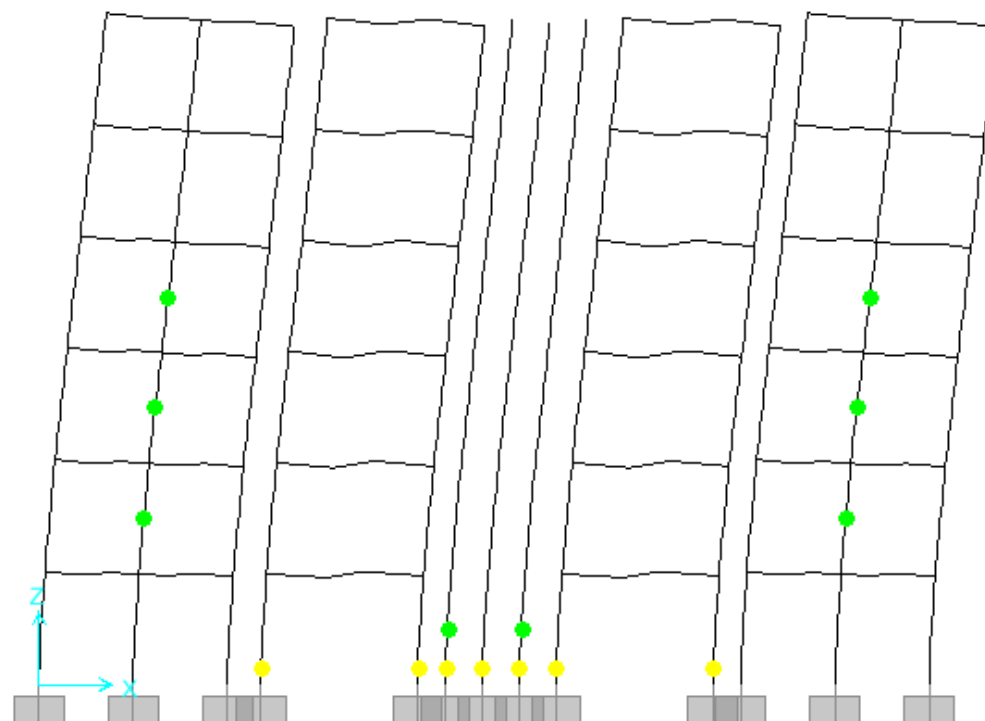


Figura 4.81 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

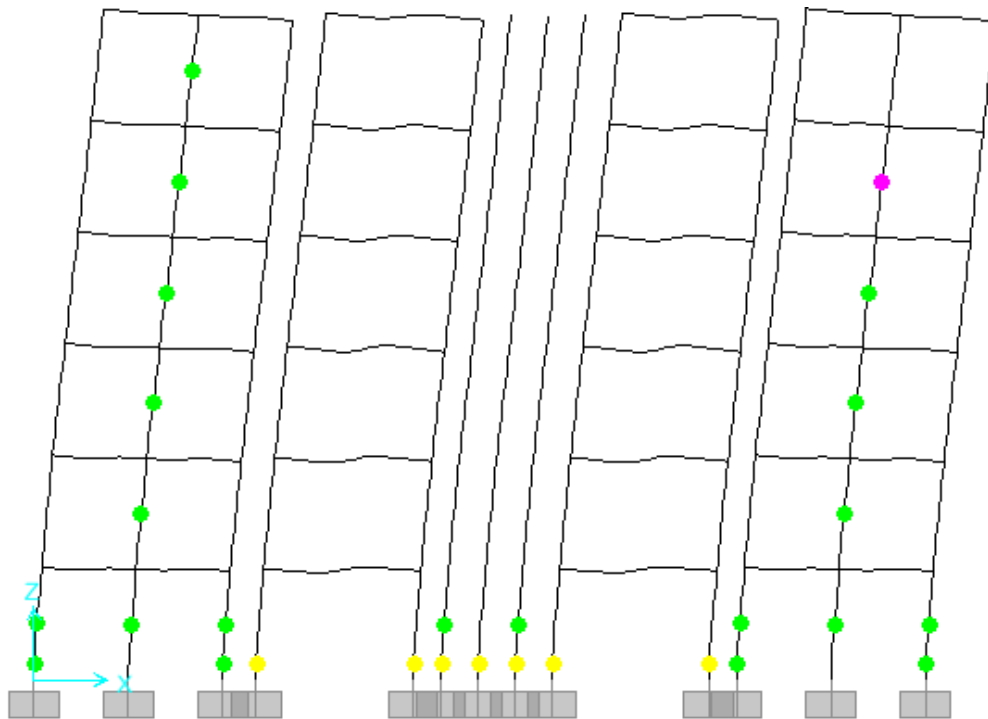


Figura 4.82 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

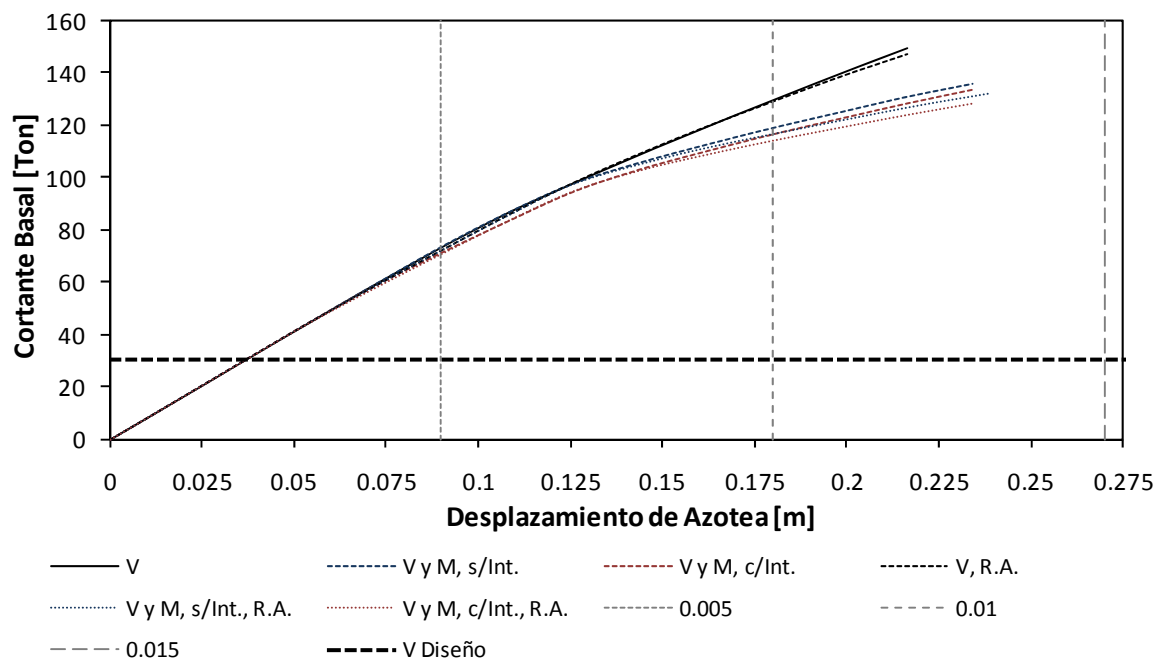


Figura 4.83 - Curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

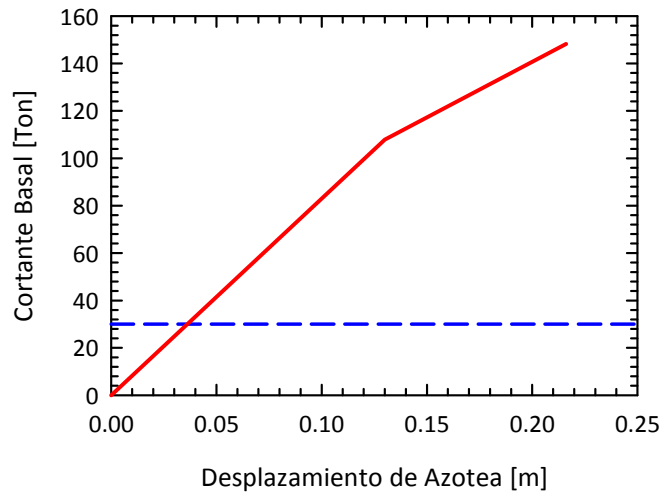


Figura 4.84 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente a los modelos “V” y “V, R.A.”

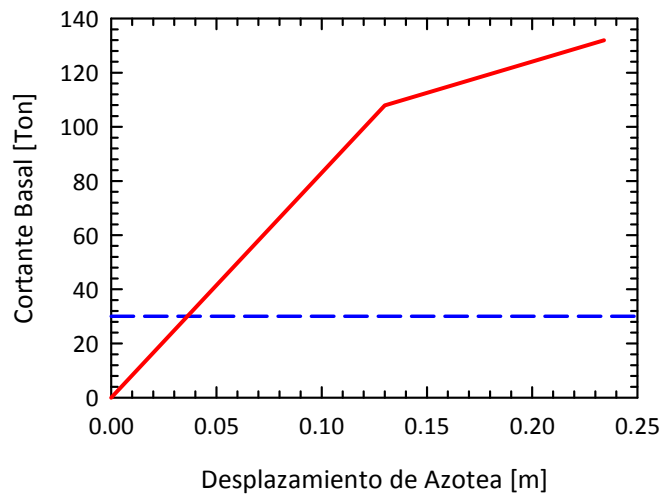


Figura 4.85 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.” y “V y M, c/Int.”

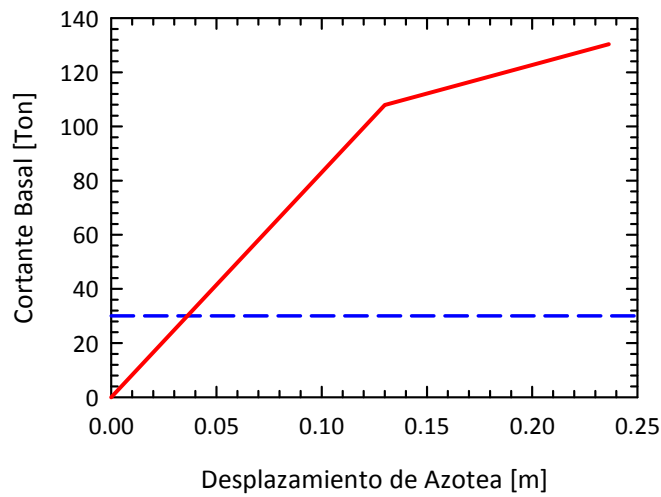


Figura 4.86 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

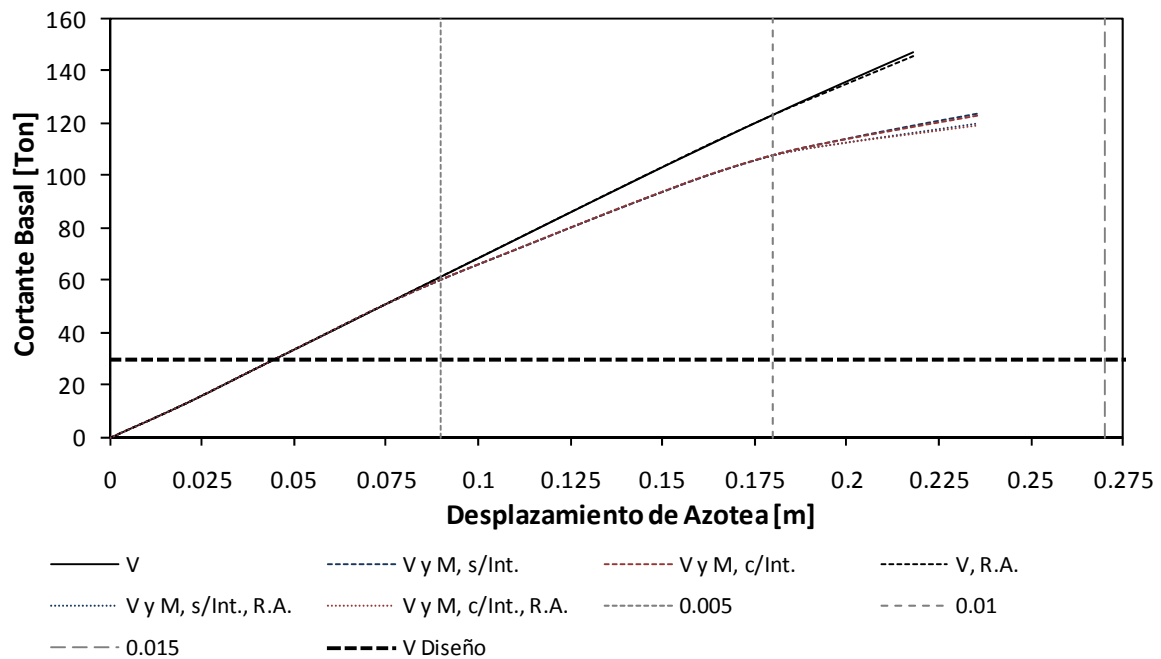


Figura 4.87 - Curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

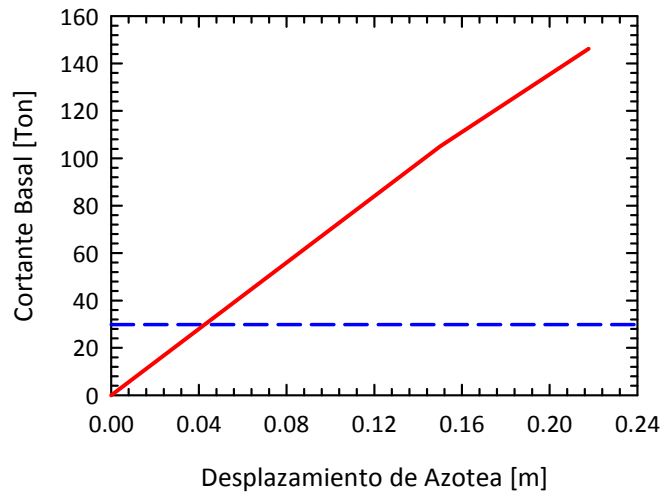


Figura 4.88 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente a los modelos “V” y “V, R.A.”

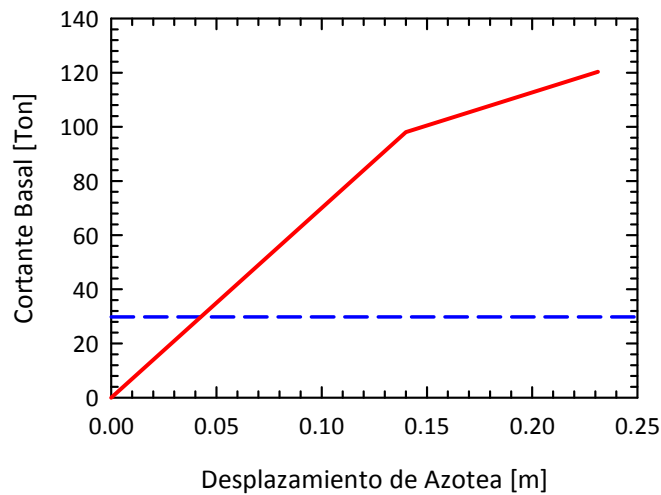


Figura 4.89 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.”, “V y M, c/Int.”, “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

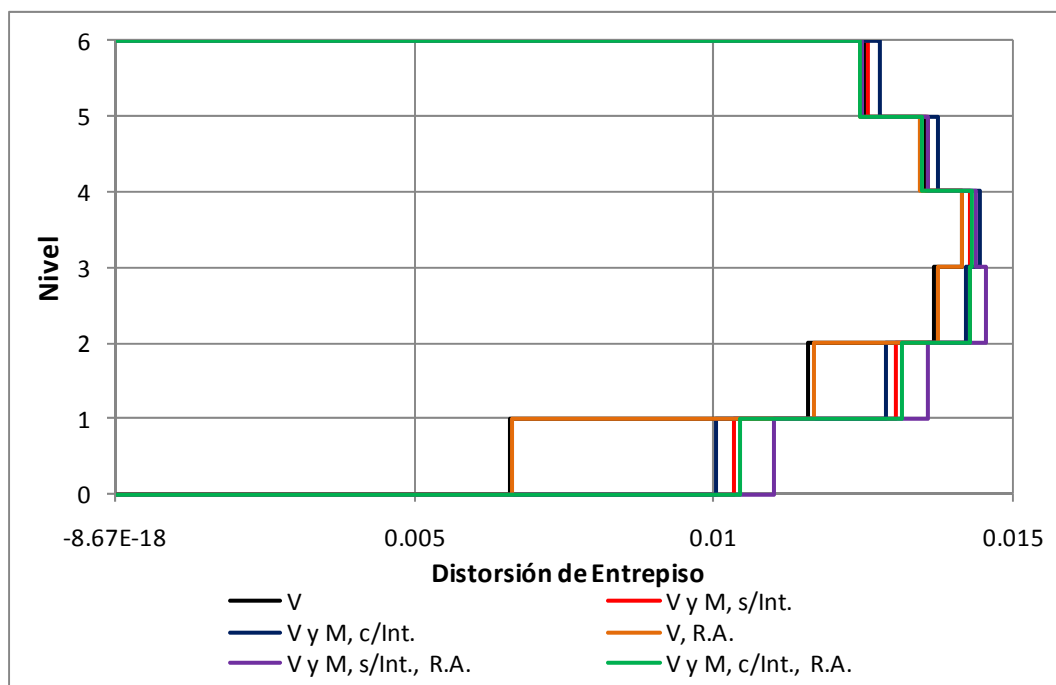


Figura 4.90 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

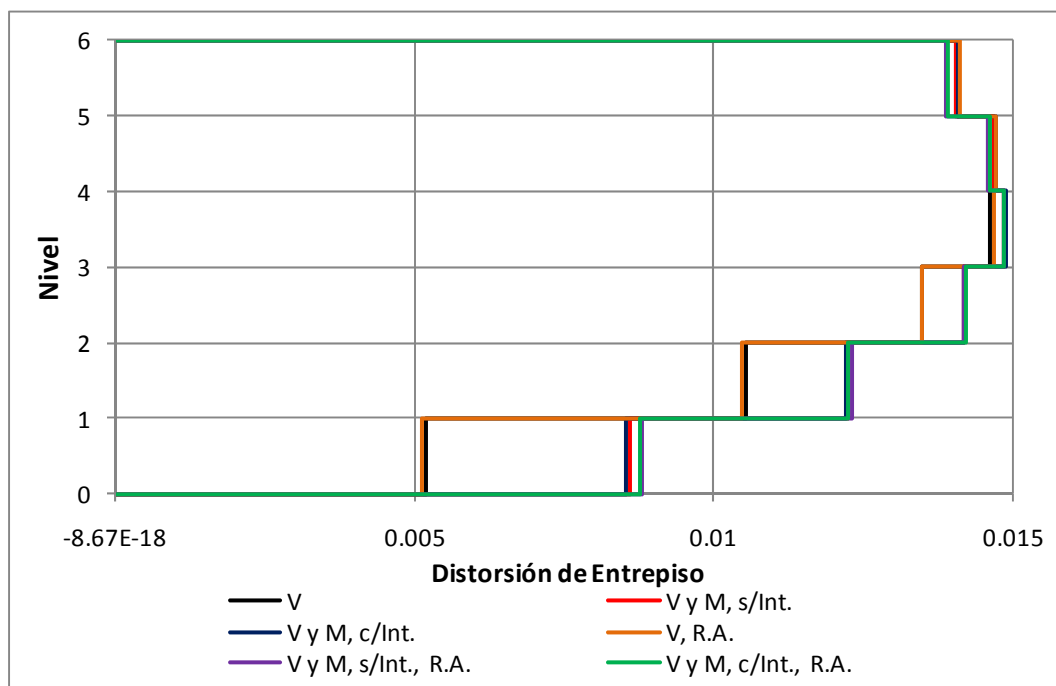


Figura 4.91 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

4.2.2 EDIFICIOS EN ZONA DEL LAGO

4.2.2.1 EDIFICIO DE UN NIVEL

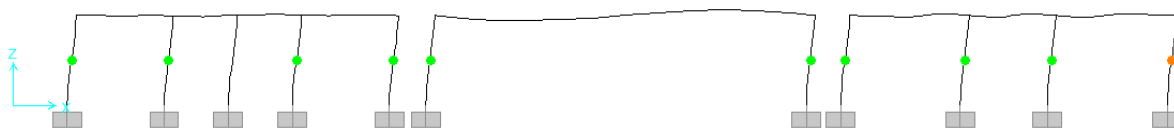


Figura 4.92 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

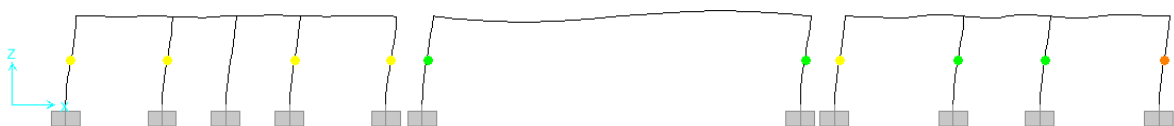


Figura 4.93 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.006 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México



Figura 4.94 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

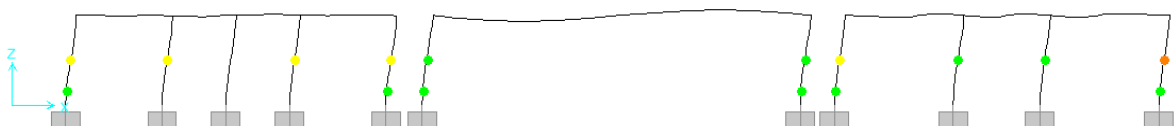


Figura 4.95 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.006 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México



Figura 4.96 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México



Figura 4.97 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

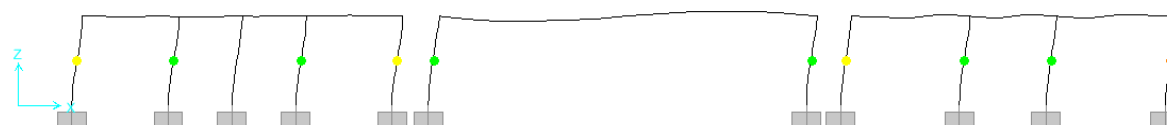


Figura 4.98 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.006 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México



Figura 4.99 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México



Figura 4.100 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.006 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

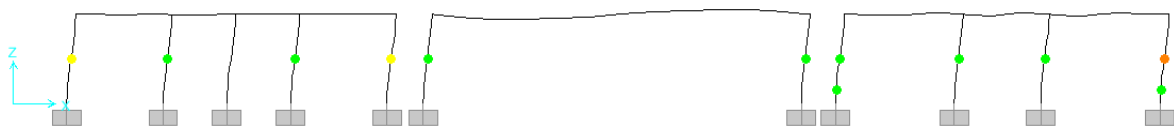


Figura 4.101 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

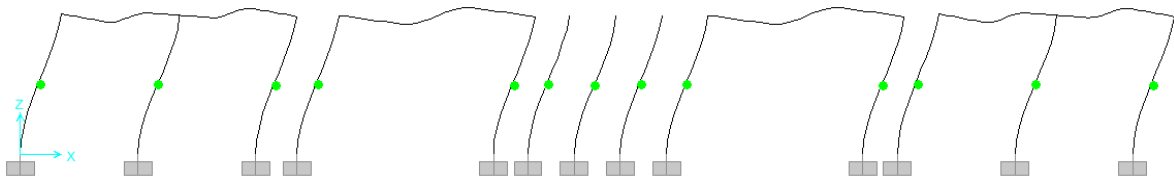


Figura 4.102 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

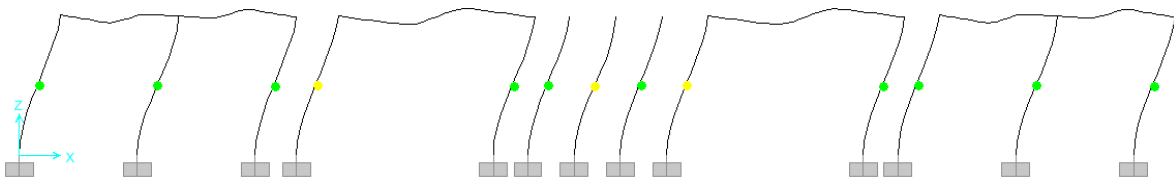


Figura 4.103 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.006 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

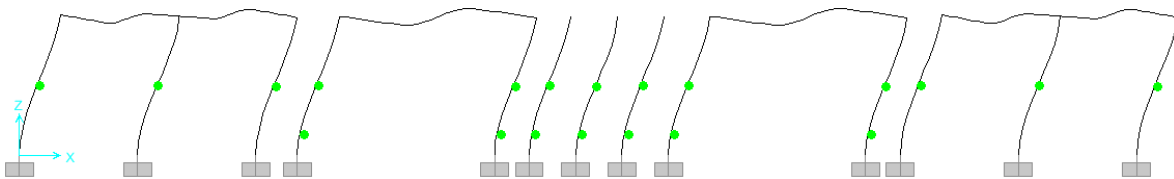


Figura 4.104 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

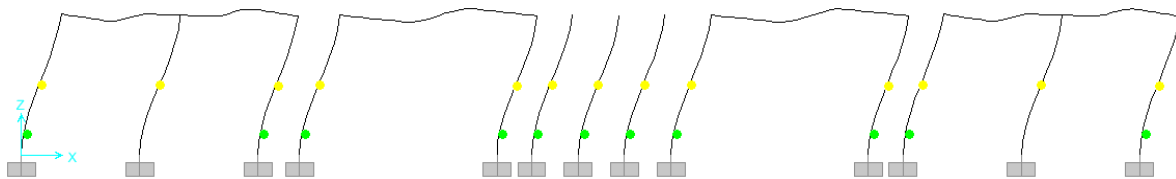


Figura 4.105 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.007 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

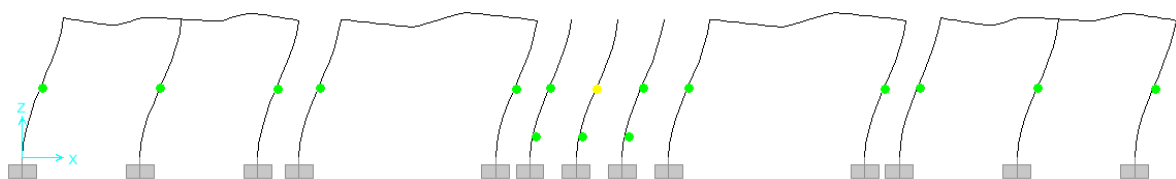


Figura 4.106 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

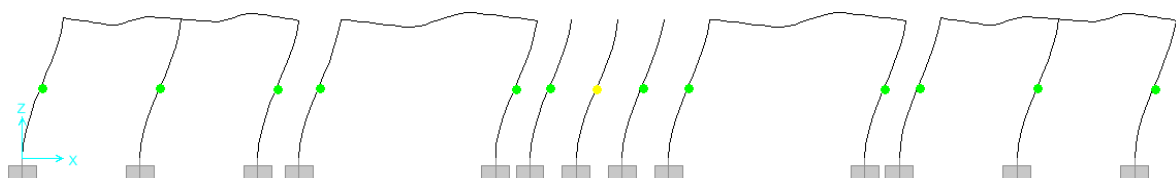


Figura 4.107 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

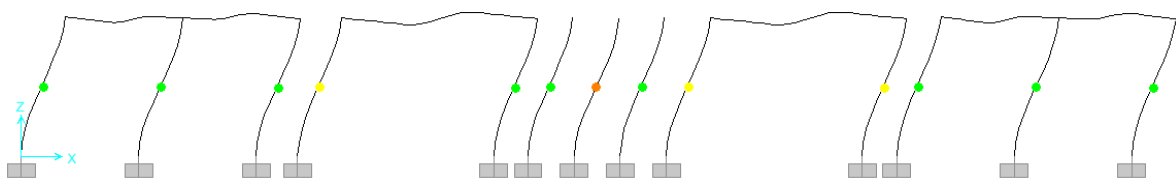


Figura 4.108 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.008 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

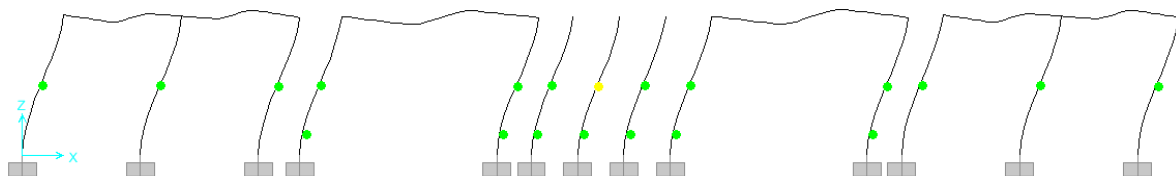


Figura 4.109 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

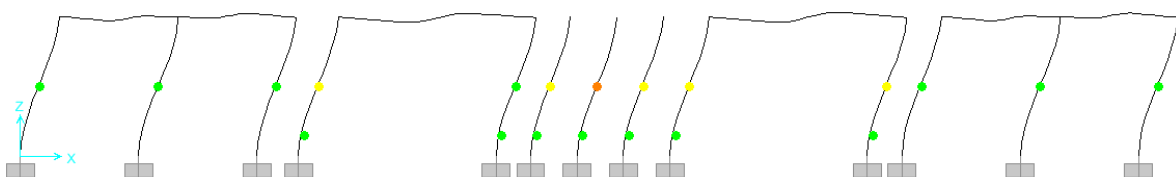


Figura 4.110 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.009 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

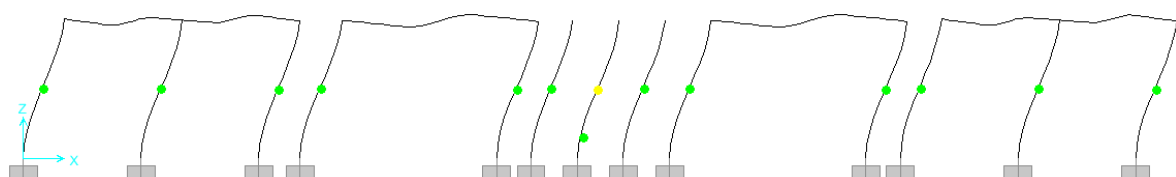


Figura 4.111 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

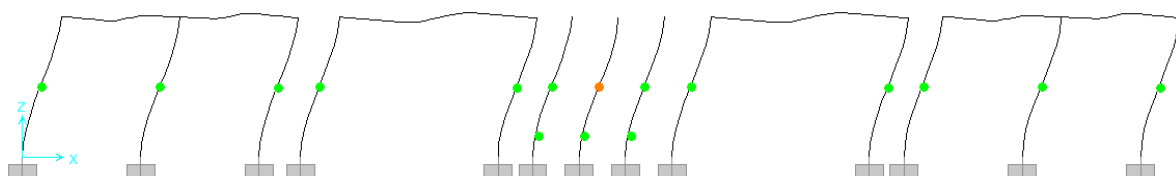


Figura 4.112 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.007 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

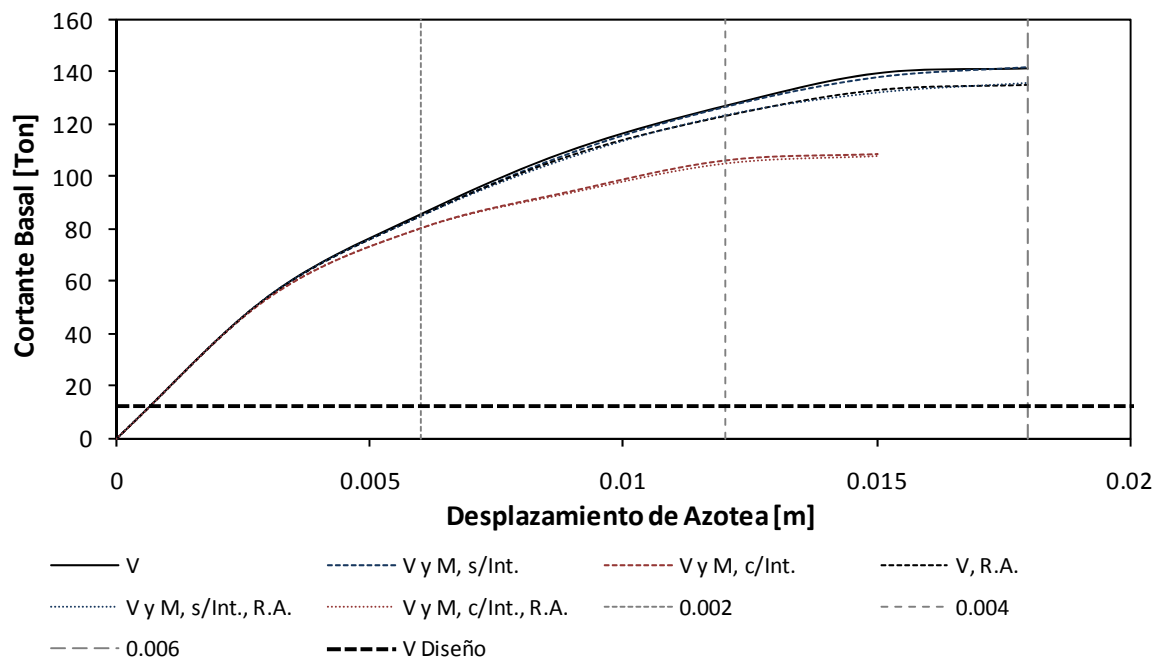


Figura 4.113 - Curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

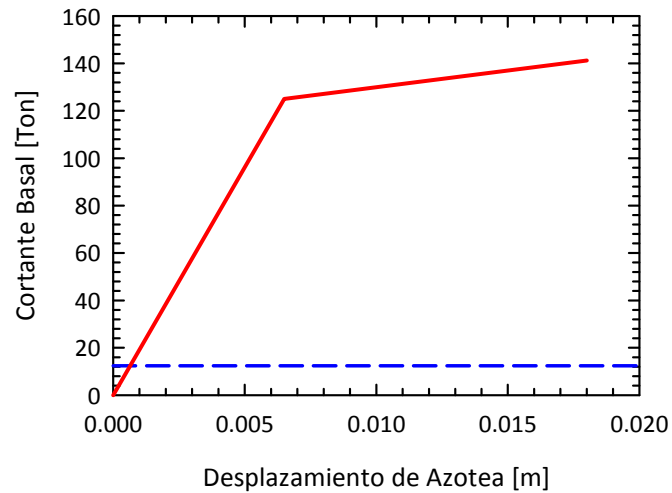


Figura 4.114 - Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos "V" y "V y M, s/Int."

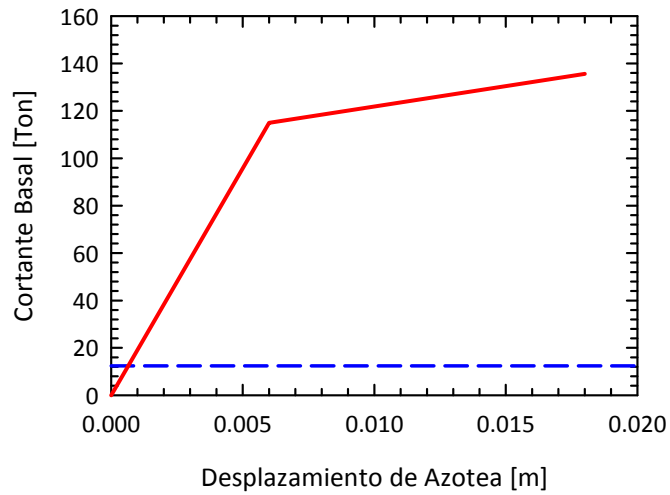


Figura 4.115 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V, R.A.” y “V y M, s/Int., R.A.”

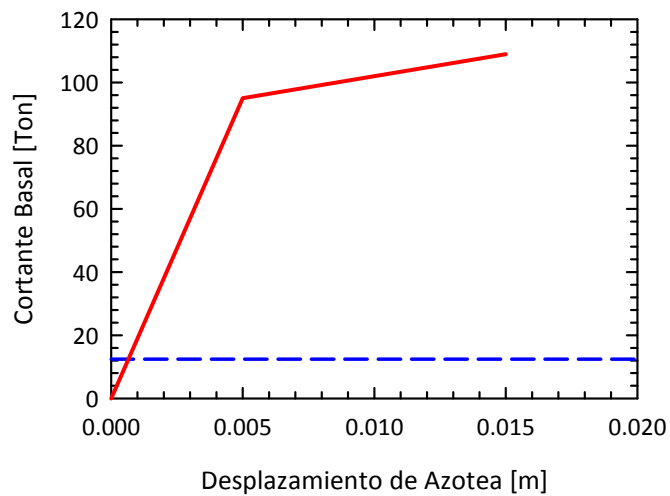


Figura 4.116 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, c/Int.” y “V y M, c/Int., R.A.”

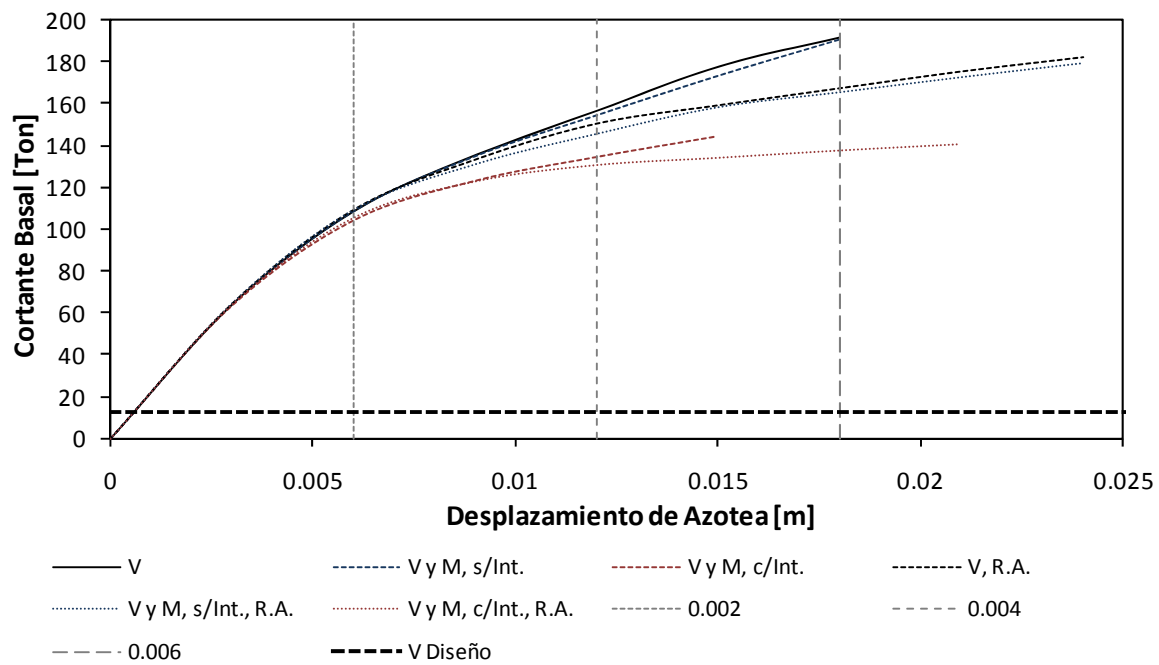


Figura 4.117 - Curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

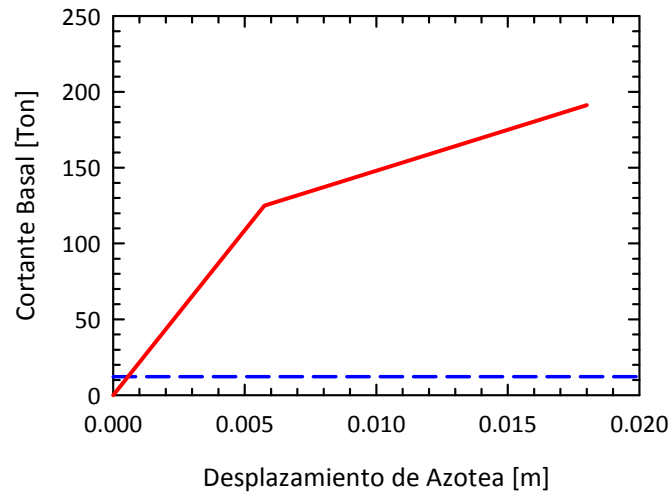


Figura 4.118 - Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos "V" y "V y M, s/Int."

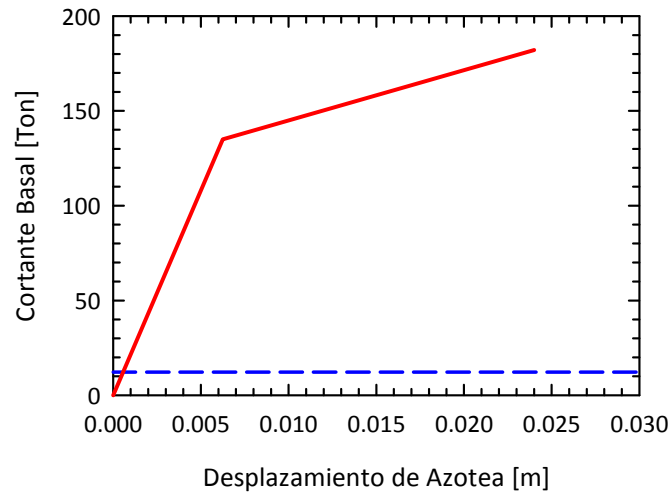


Figura 4.119 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos "V, R.A." y "V y M, s/Int., R.A."

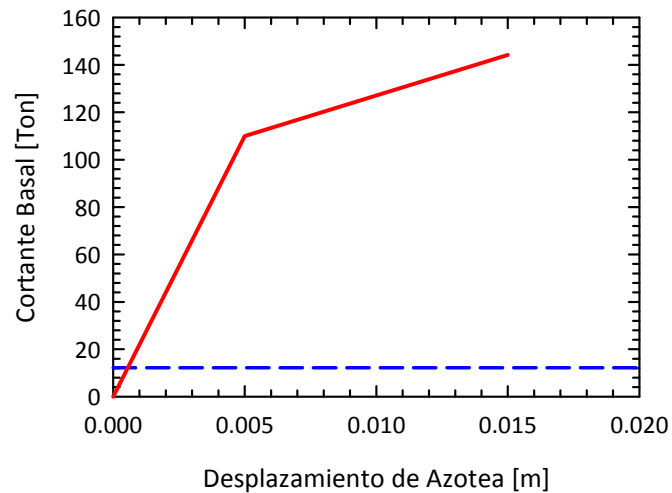


Figura 4.120 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente al modelo "V y M, c/Int."

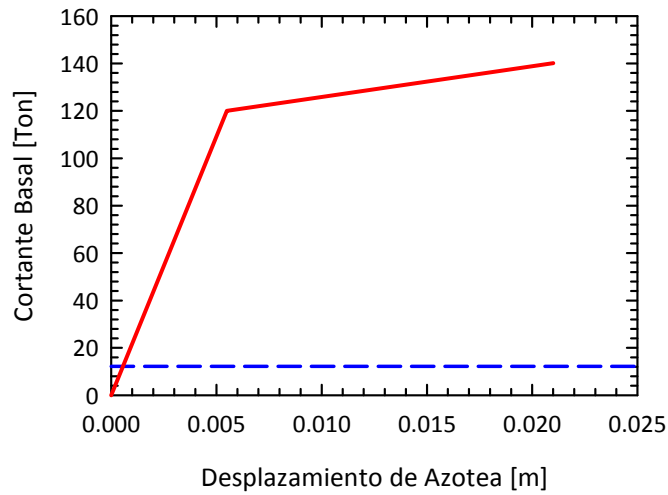


Figura 4.121 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente al modelo “V y M, c/Int., R.A.”

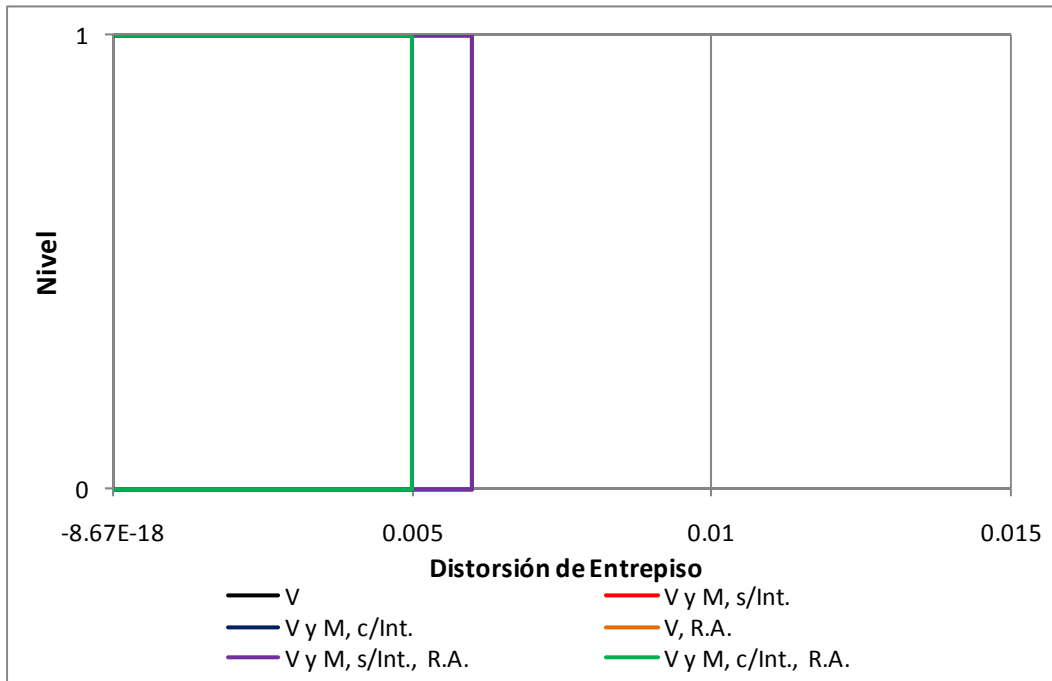


Figura 4.122 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

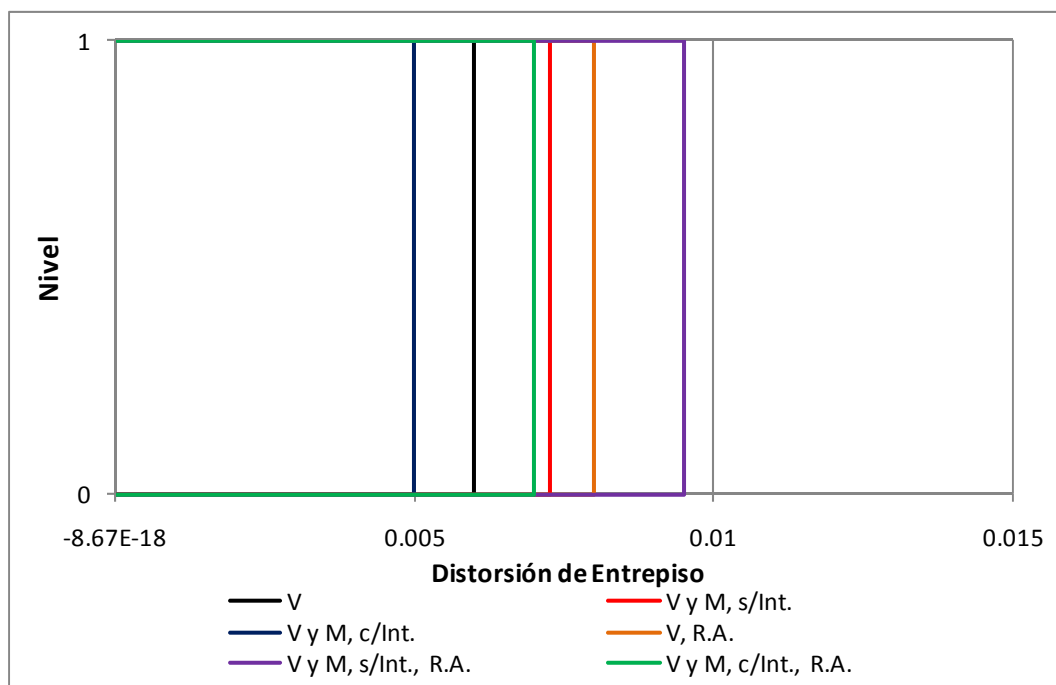


Figura 4.123 – Distorsiones de entepiso últimas en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

4.2.2.2 EDIFICIO DE DOS NIVELES

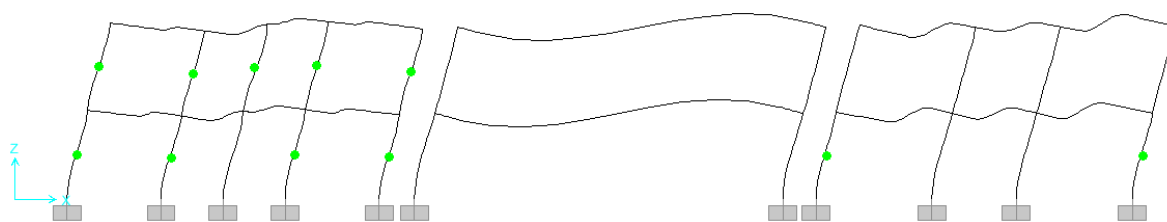


Figura 4.124 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V” en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

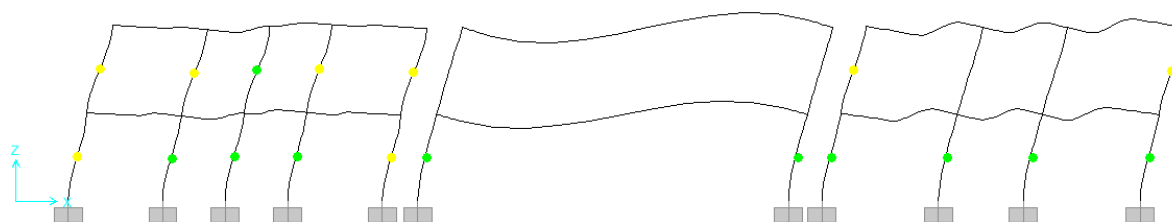


Figura 4.125 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.008 para el modelo “V” en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

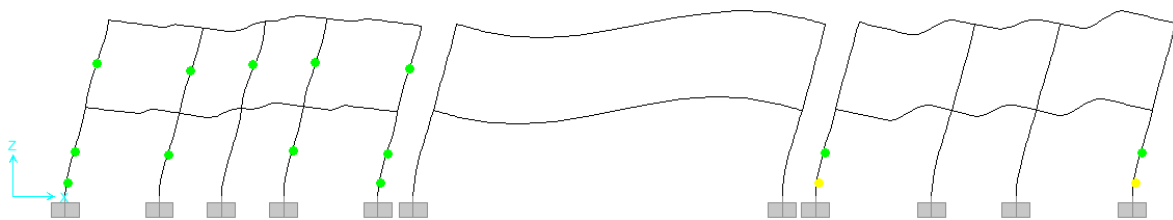


Figura 4.126 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

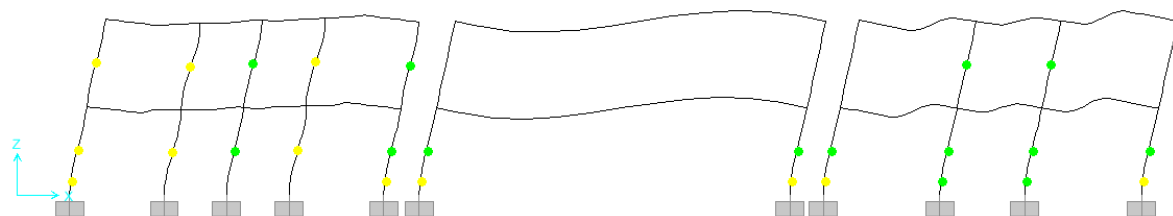


Figura 4.127 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

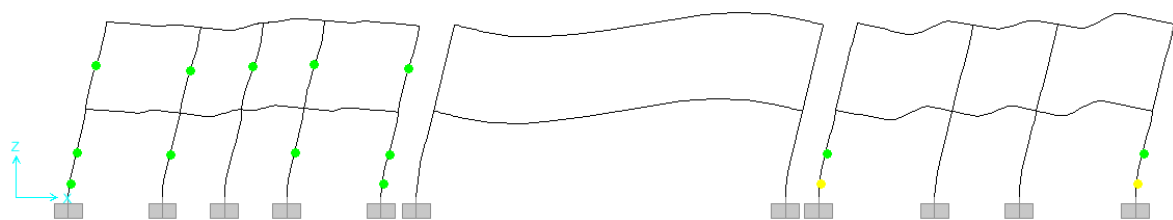


Figura 4.128 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

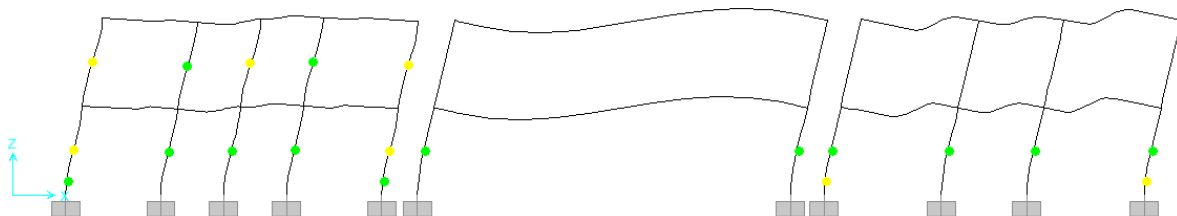


Figura 4.129 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.006 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

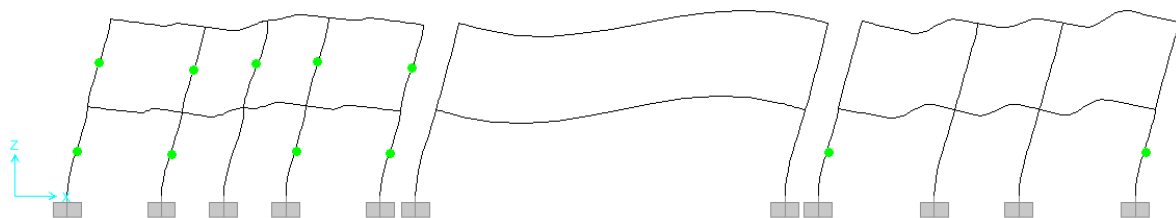


Figura 4.130 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

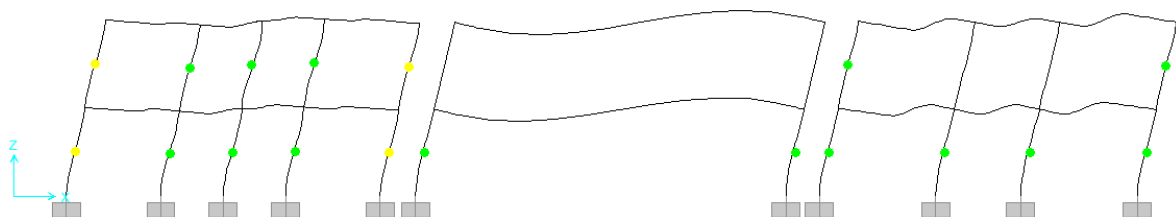


Figura 4.131 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.007 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

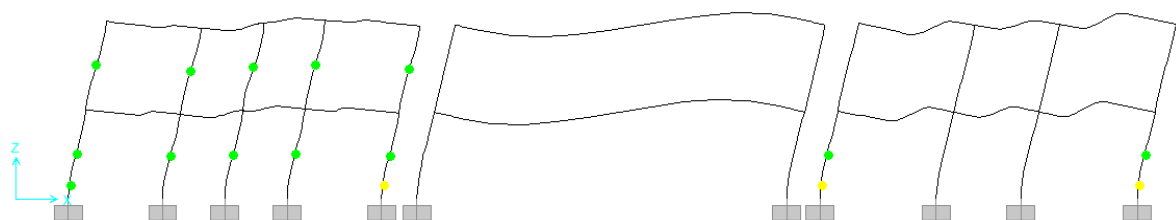


Figura 4.132 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

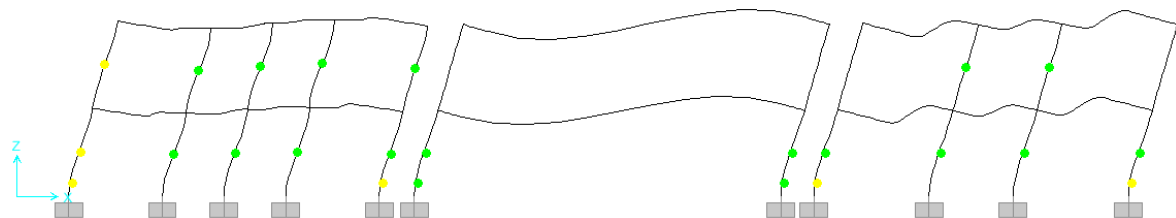


Figura 4.133 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.009 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

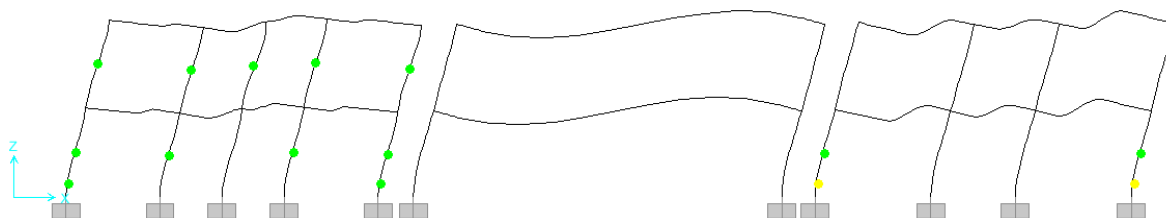


Figura 4.134 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

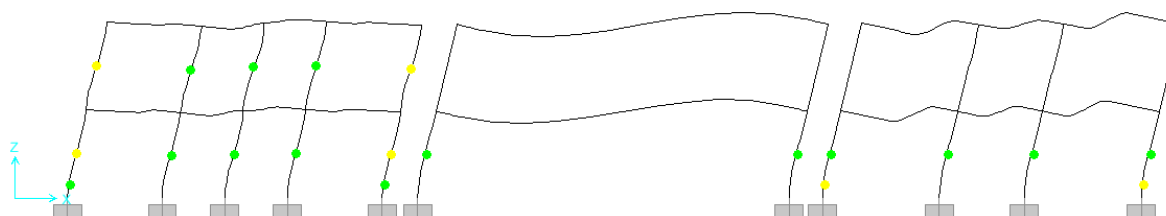


Figura 4.135 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.007 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

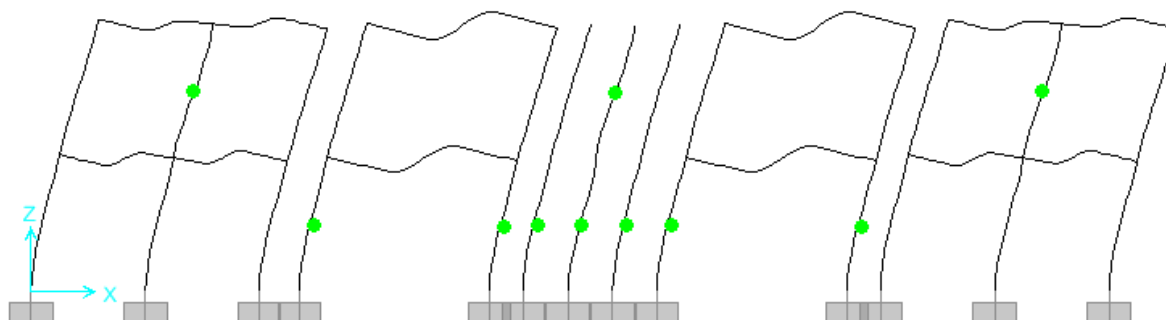


Figura 4.136 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

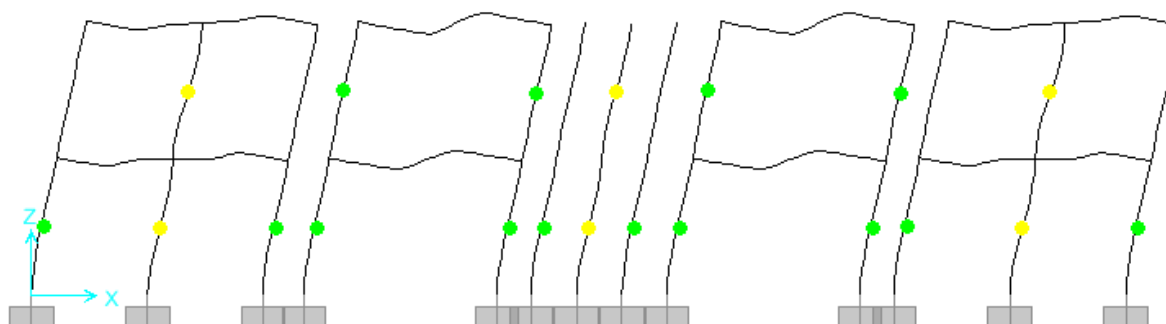


Figura 4.137 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

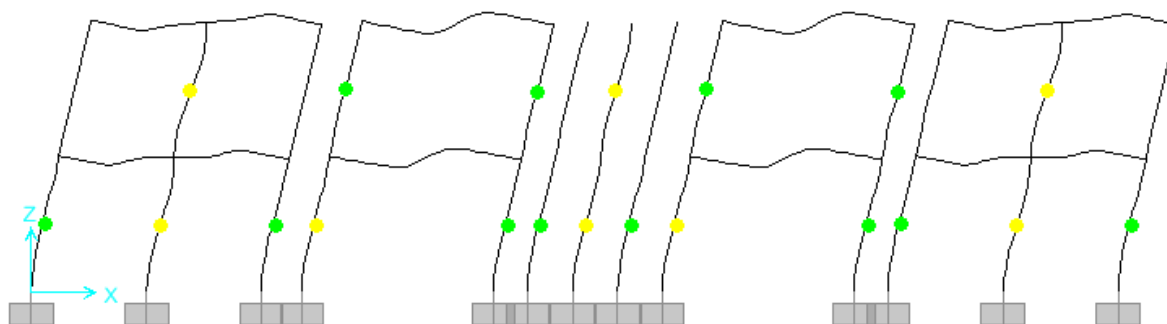


Figura 4.138 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

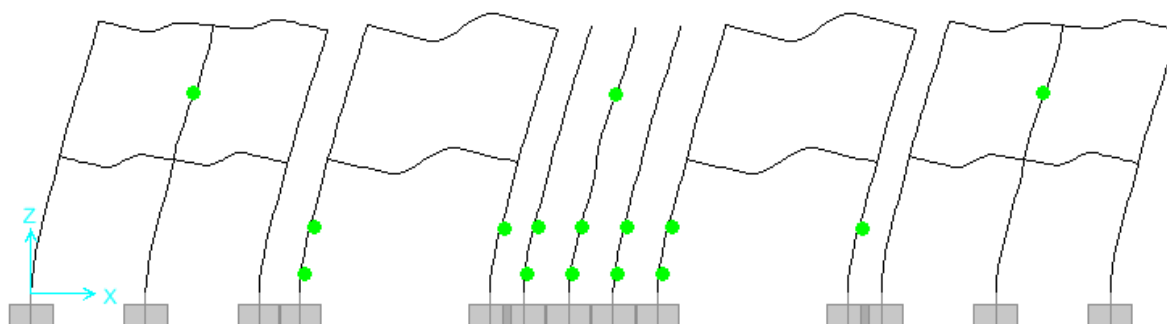


Figura 4.139 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

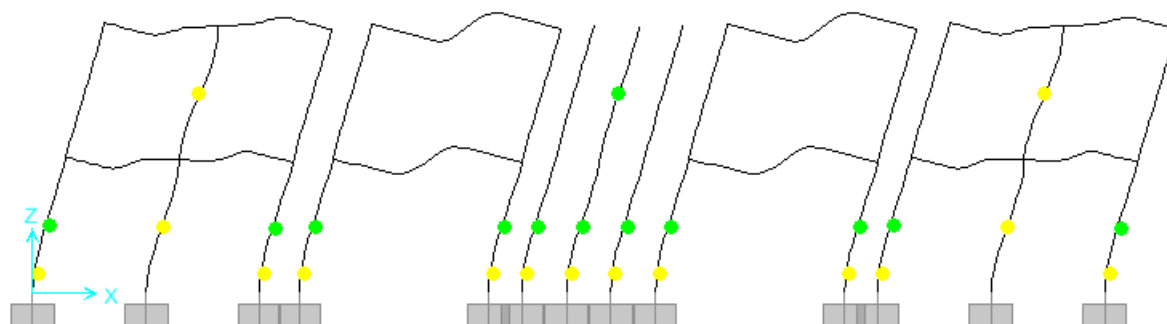


Figura 4.140 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.009 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

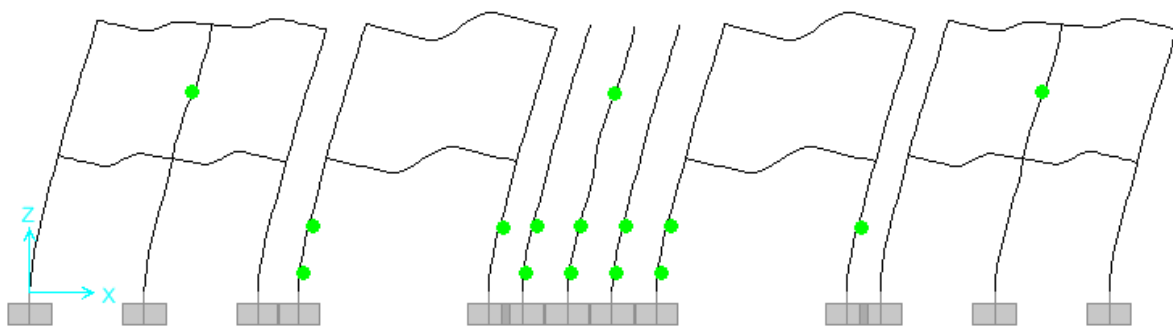


Figura 4.141 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

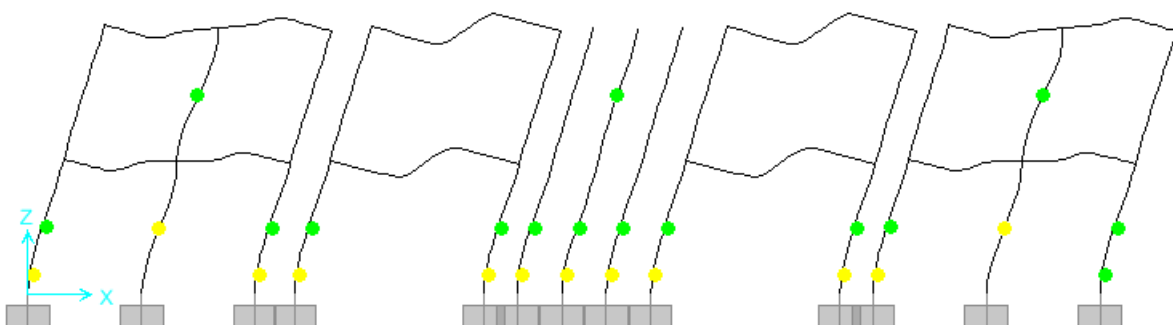


Figura 4.142 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.009 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

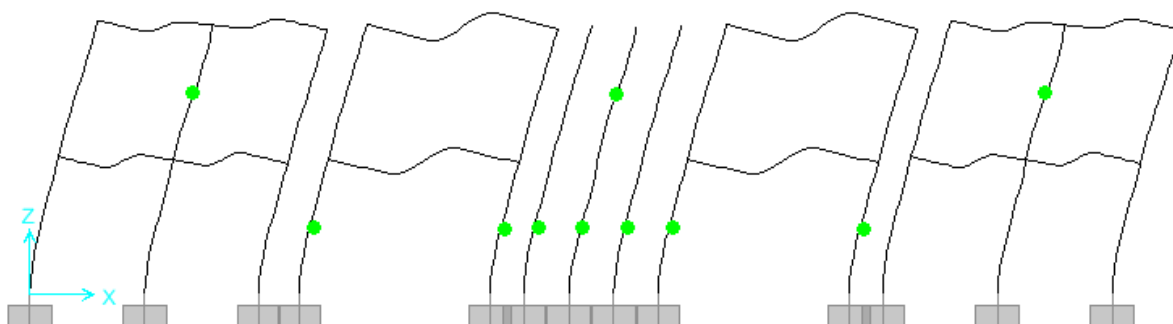


Figura 4.143 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

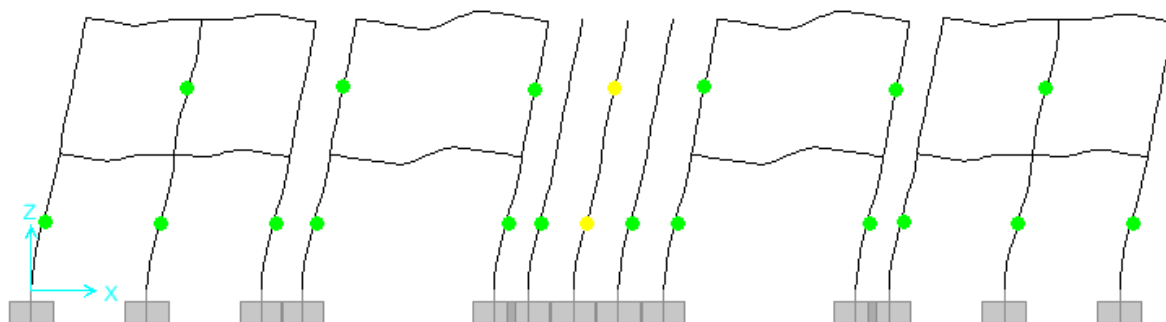


Figura 4.144 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

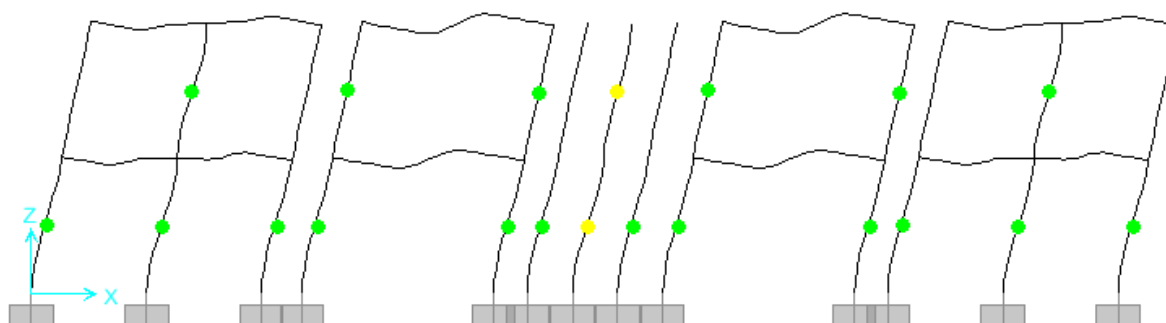


Figura 4.145 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

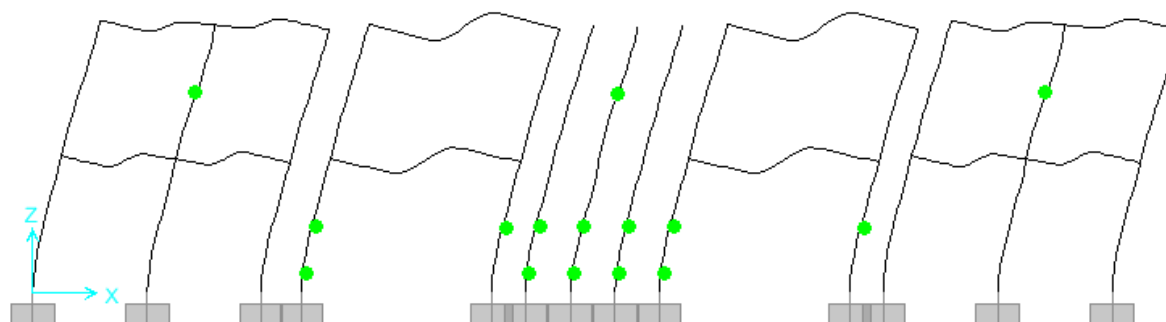


Figura 4.146 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

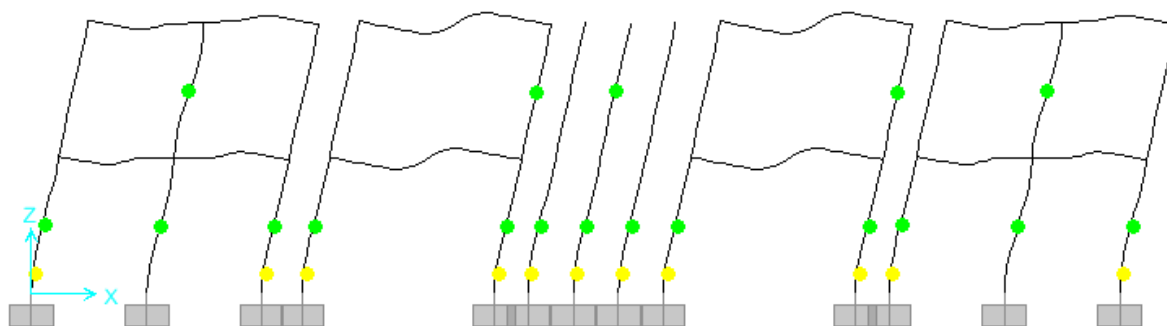


Figura 4.147 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

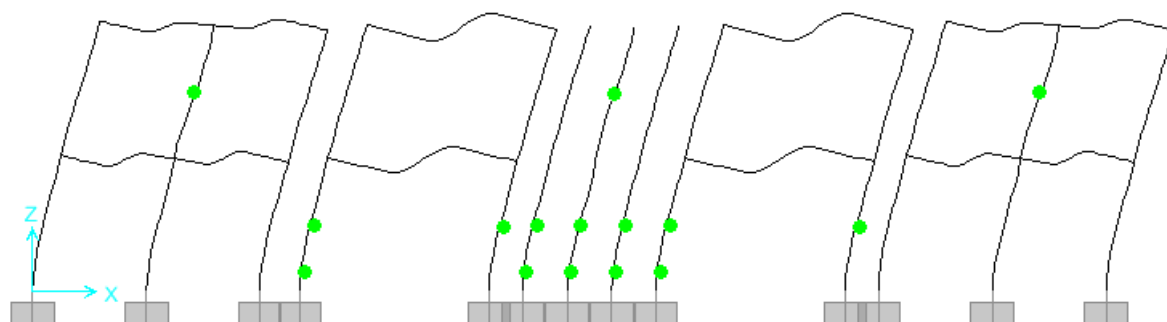


Figura 4.148 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

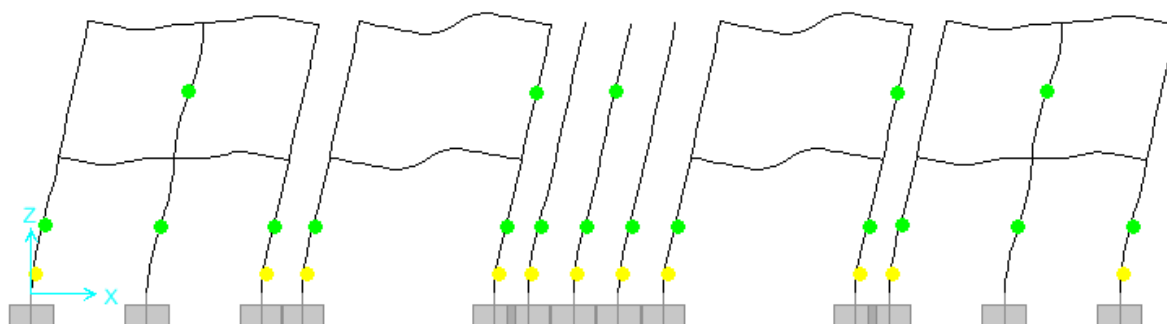


Figura 4.149 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

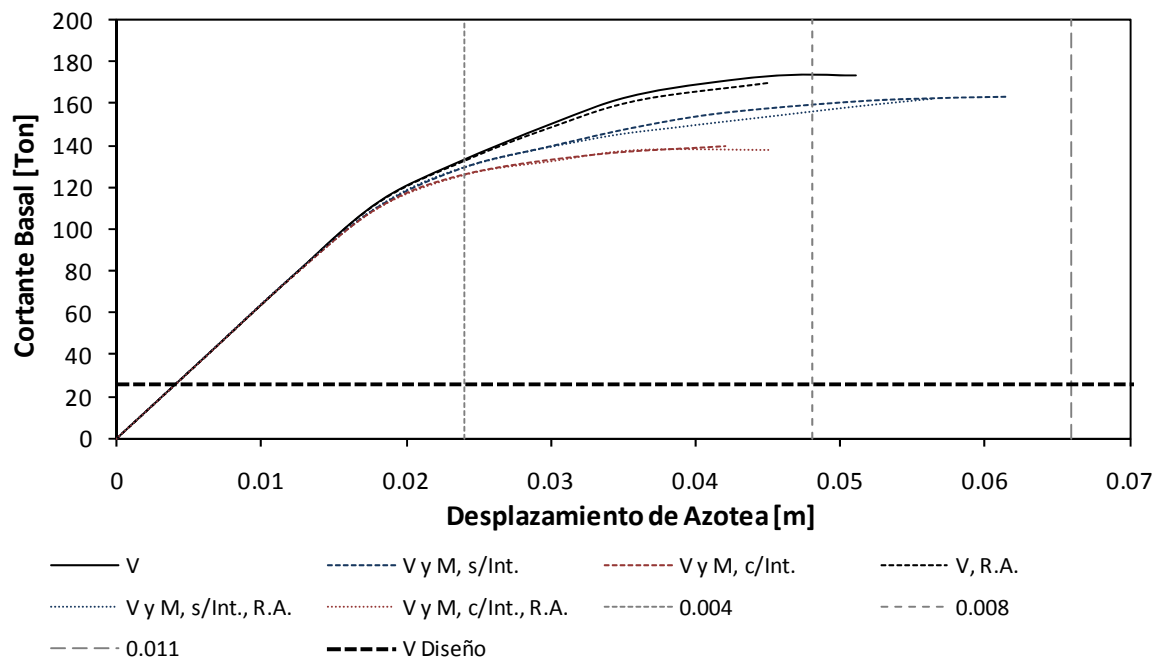


Figura 4.150 - Curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

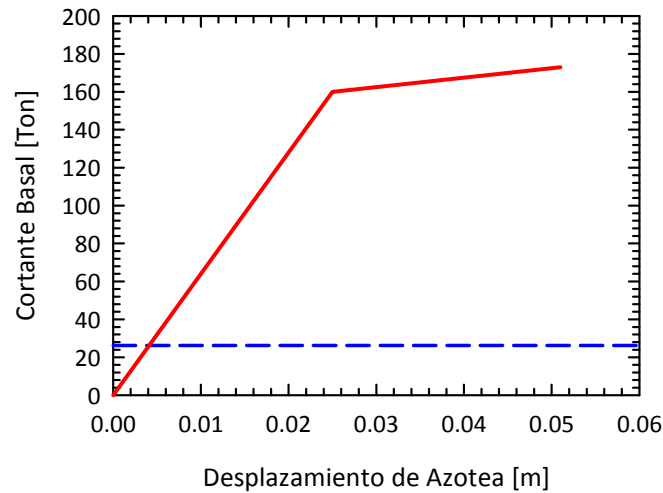


Figura 4.151 - Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos "V" y "V, R.A."

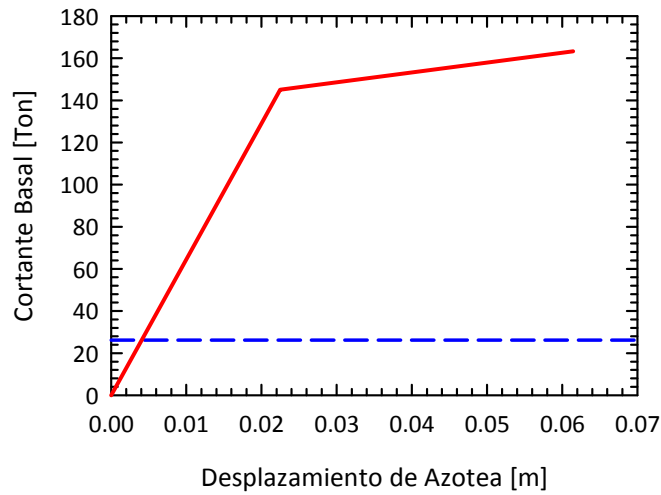


Figura 4.152 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.” y “V y M, s/Int., R.A.”

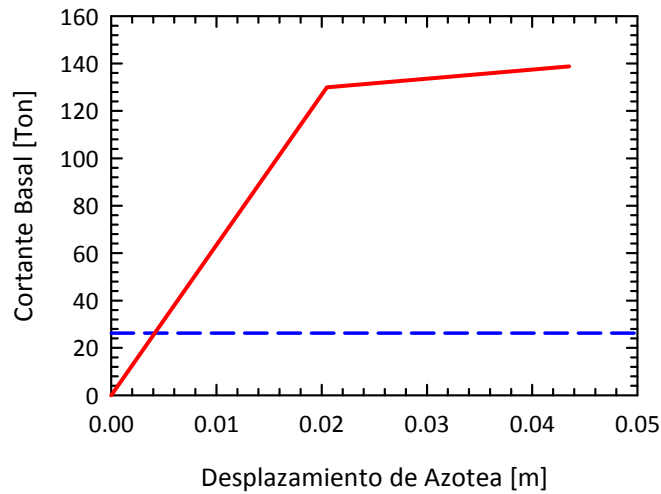


Figura 4.153 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, c/Int.” y “V y M, c/Int., R.A.”

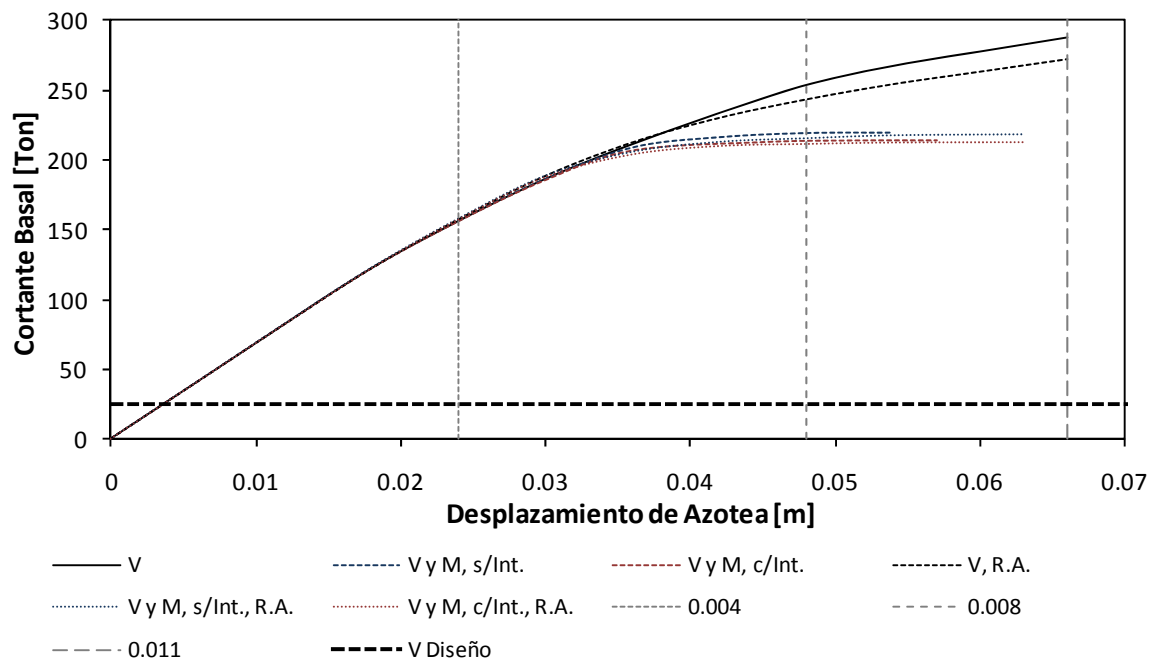


Figura 4.154 - Curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

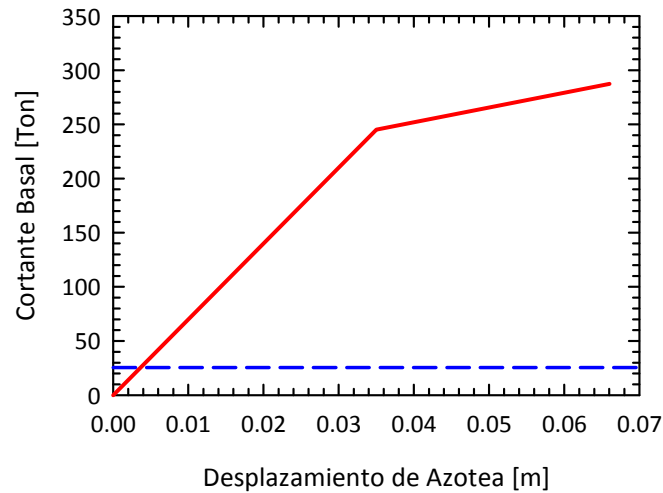


Figura 4.155 - Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente al modelo "V"

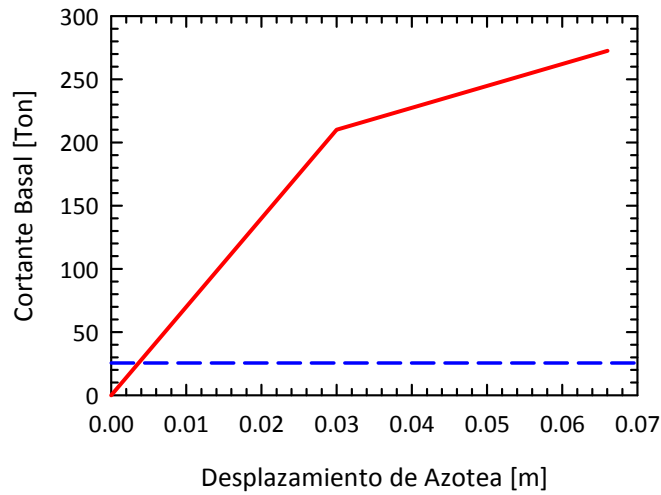


Figura 4.156 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente al modelo “V, R.A.”

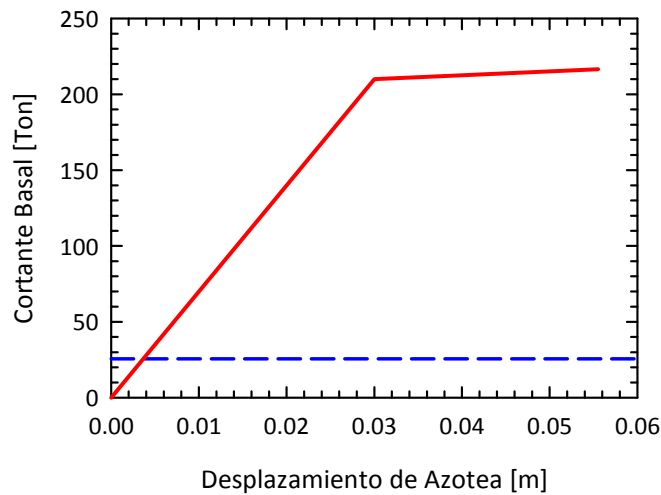


Figura 4.157 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.” y “V y M, c/Int.”

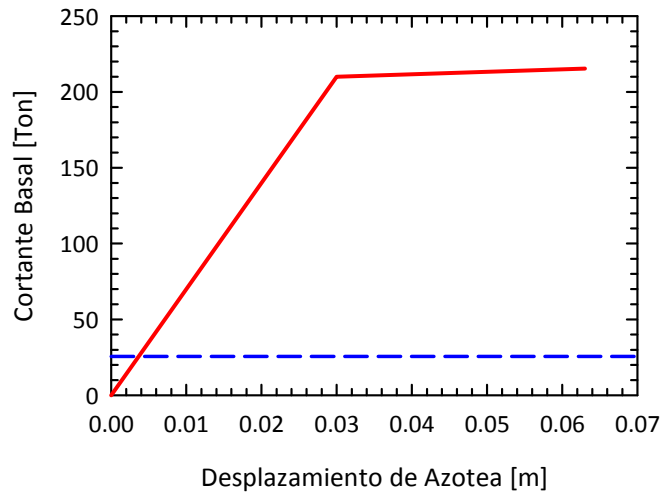


Figura 4.158 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

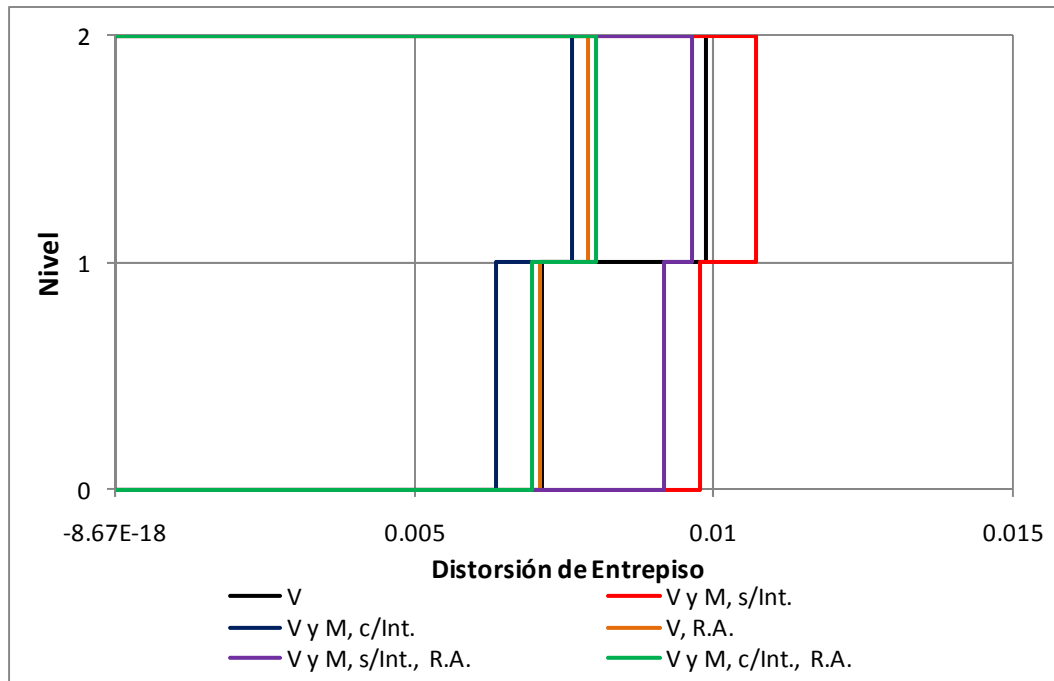


Figura 4.159 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

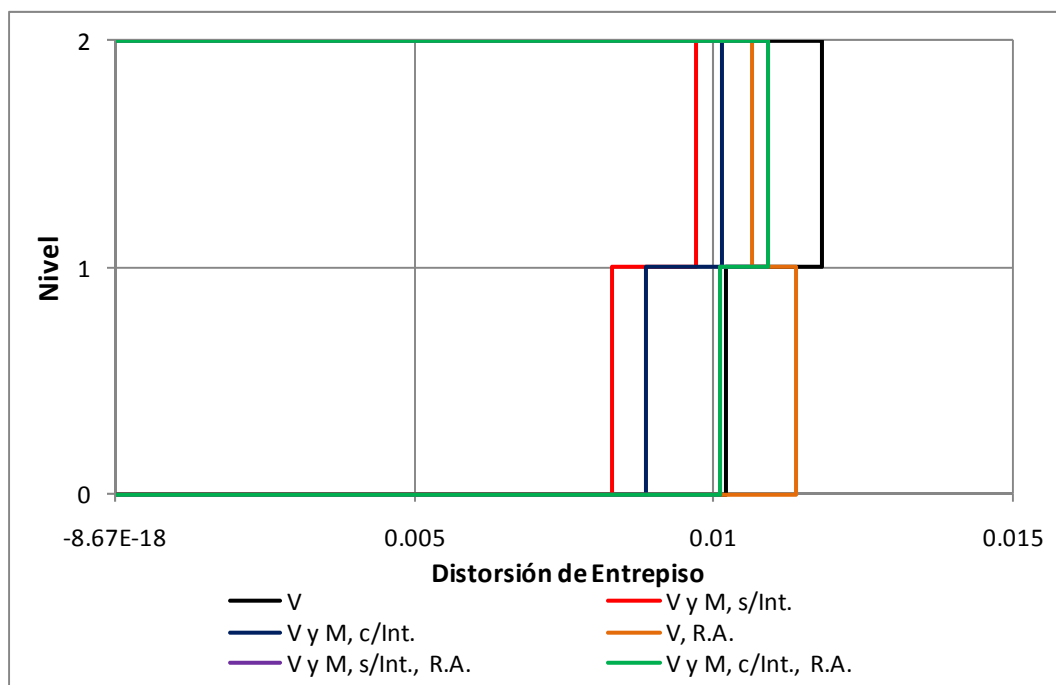


Figura 4.160 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

4.2.2.3 EDIFICIO DE TRES NIVELES

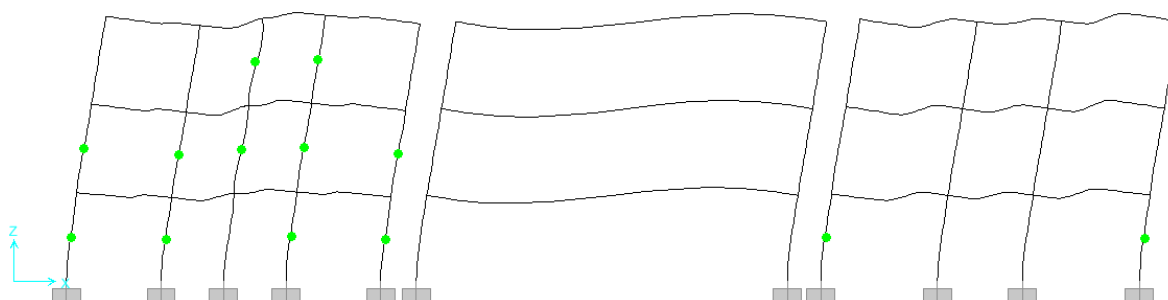


Figura 4.161 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

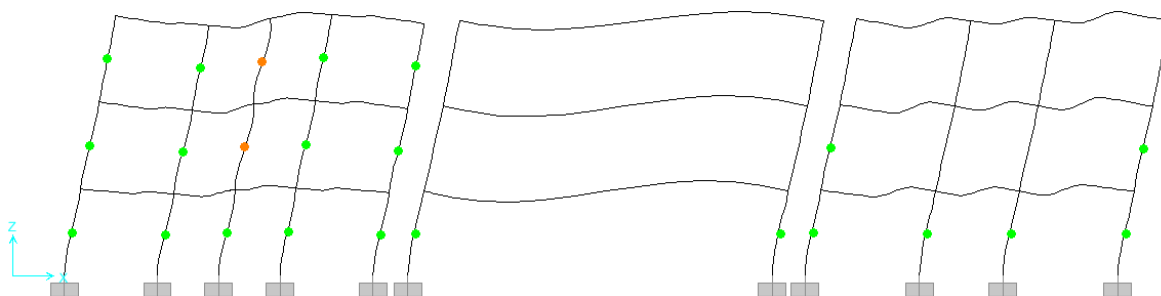


Figura 4.162 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

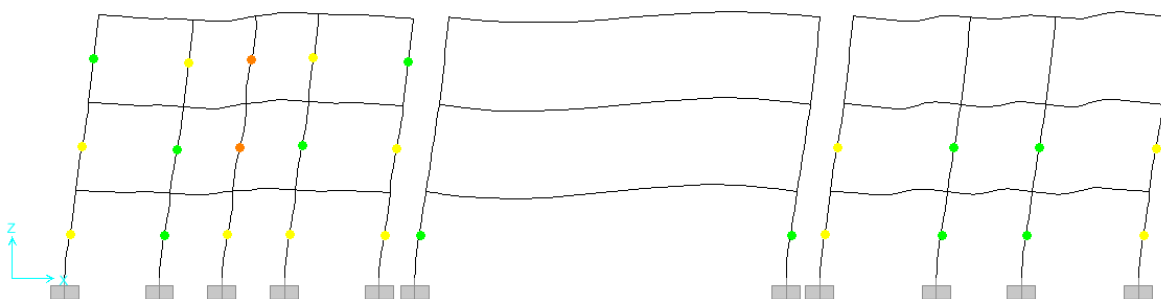


Figura 4.163 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

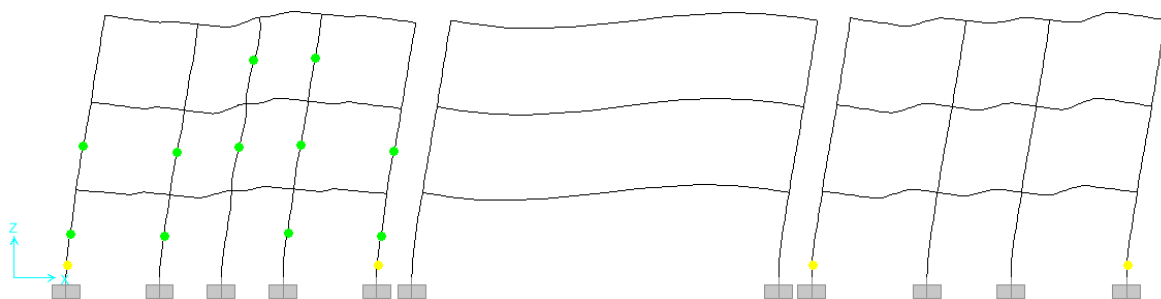


Figura 4.164 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

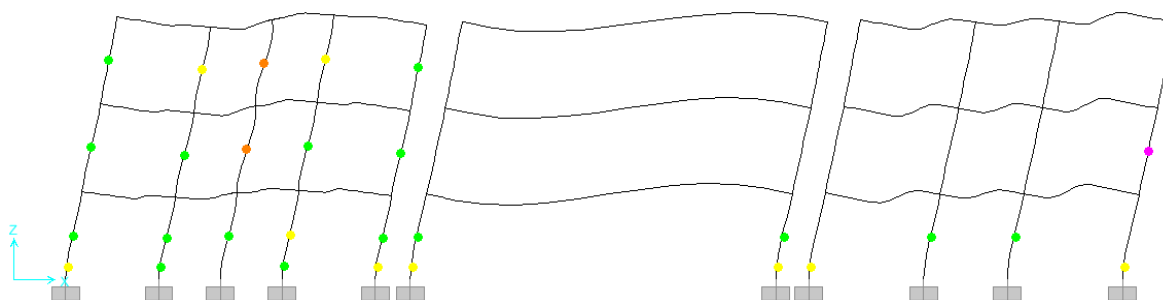


Figura 4.165 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo “V y M s/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

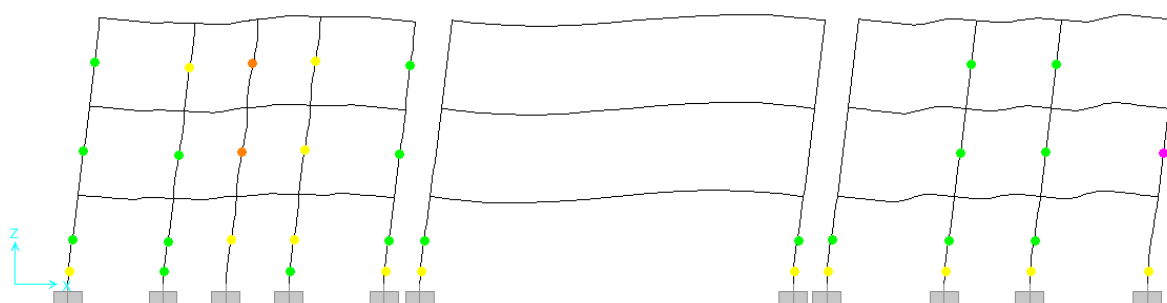


Figura 4.166 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo “V y M s/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

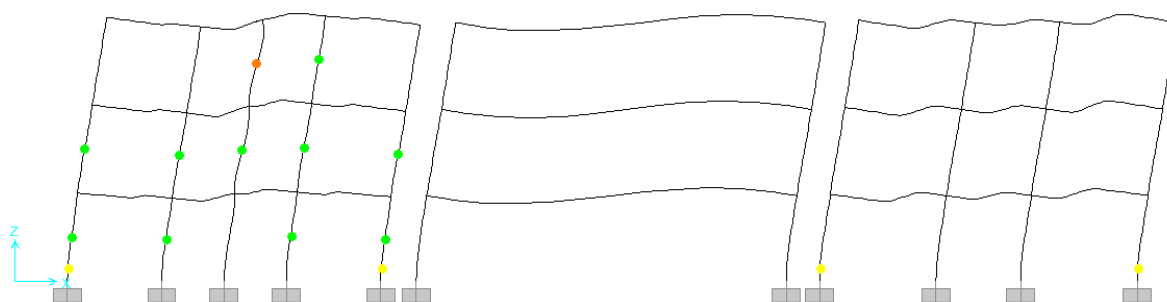


Figura 4.167 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V y M c/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

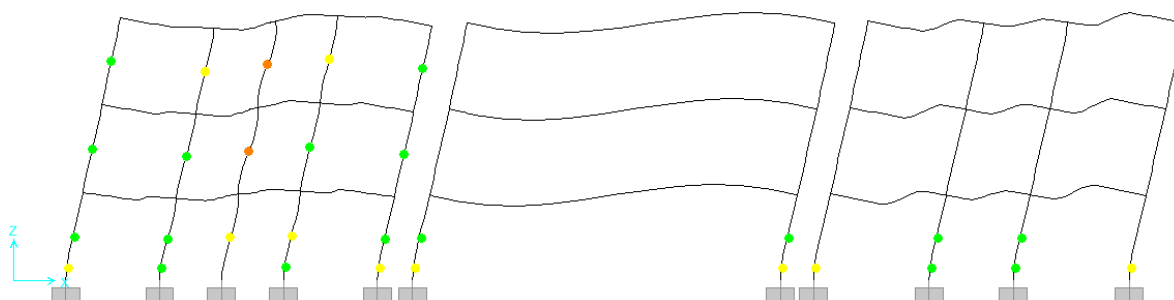


Figura 4.168 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

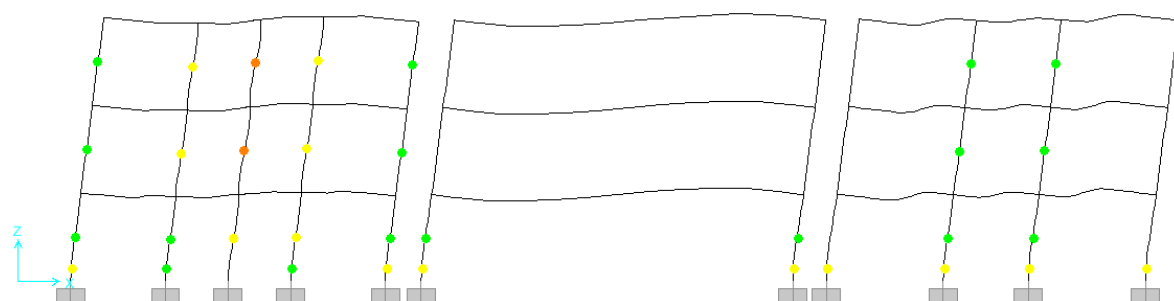


Figura 4.169 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

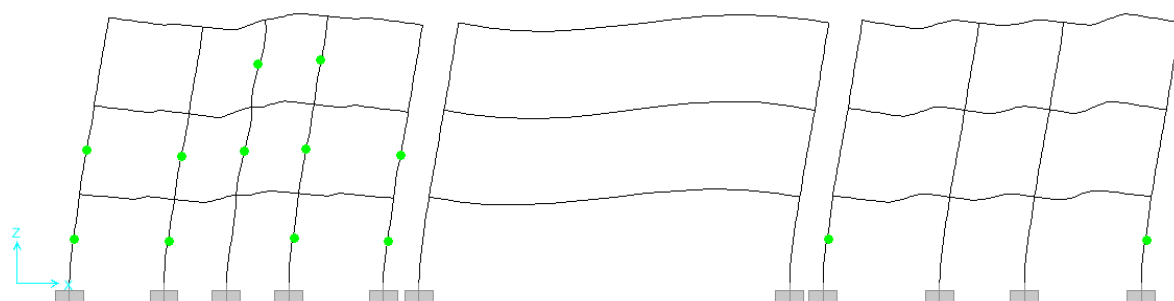


Figura 4.170 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

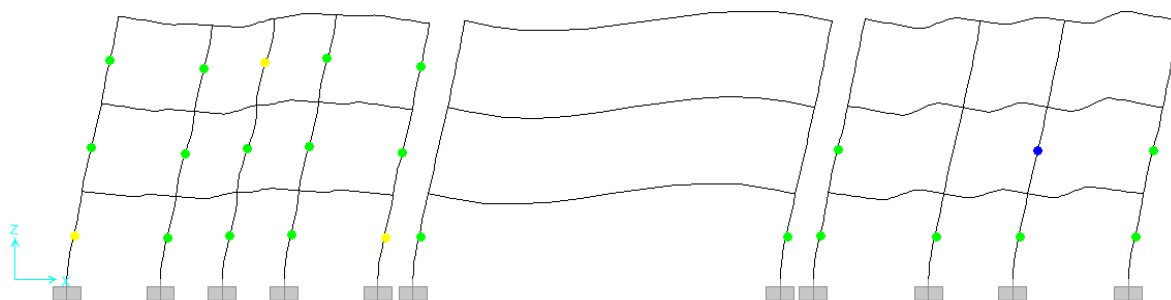


Figura 4.171 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

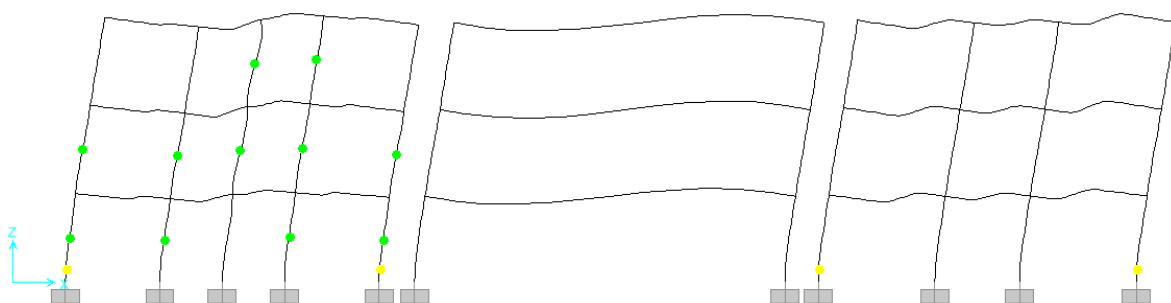


Figura 4.172 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

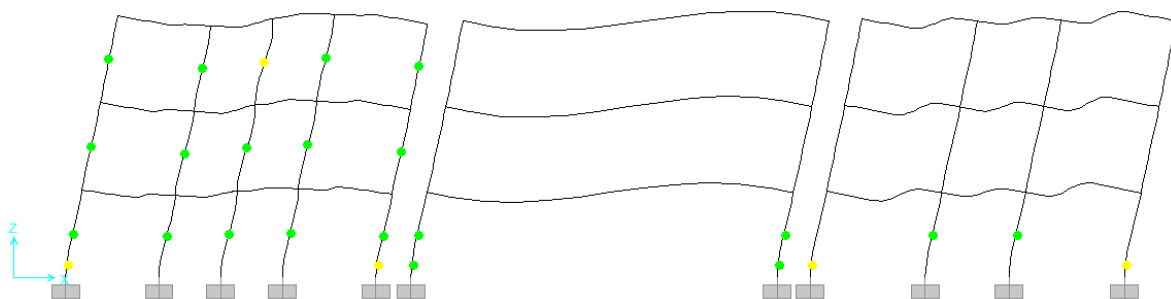


Figura 4.173 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

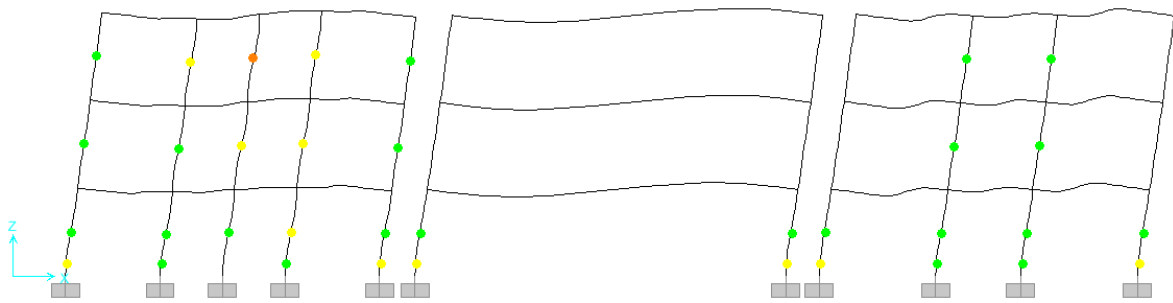


Figura 4.174 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.014 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

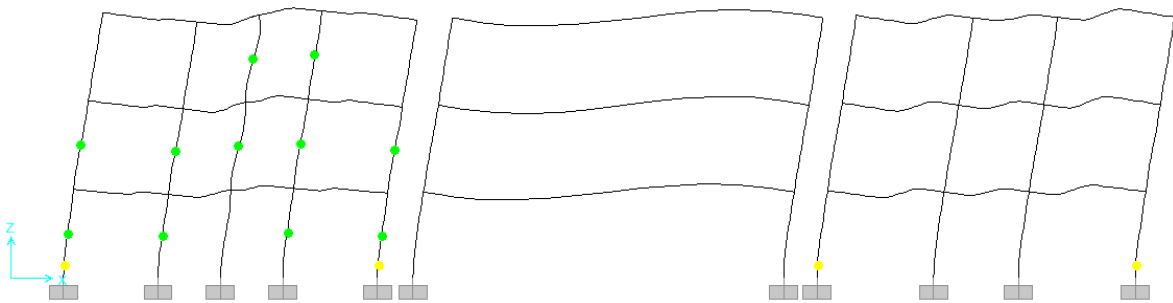


Figura 4.175 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

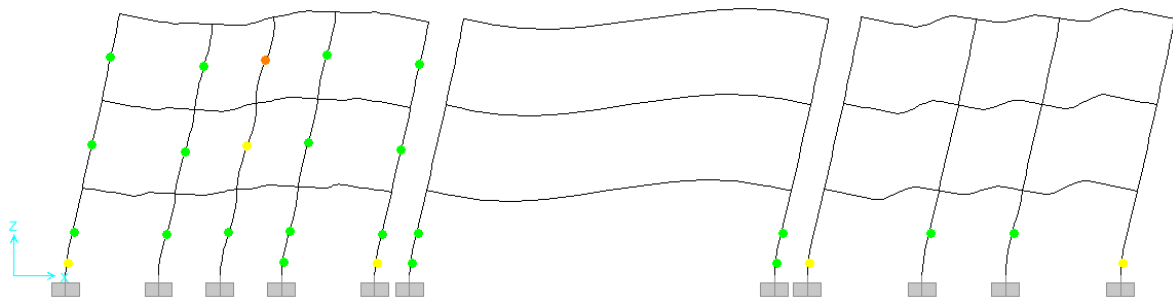


Figura 4.176 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

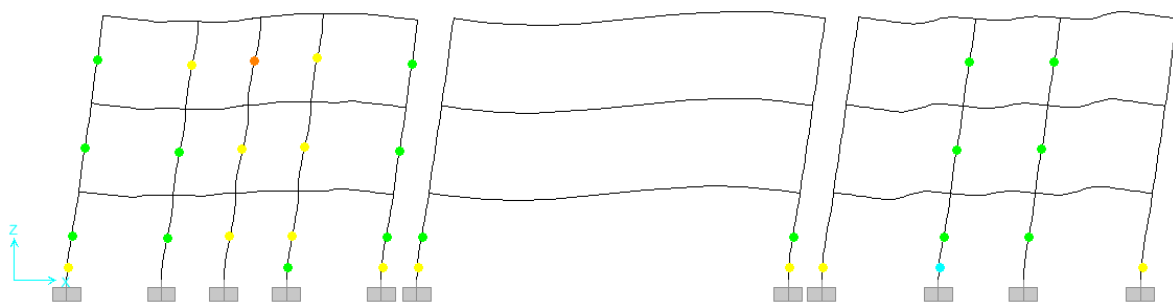


Figura 4.177 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

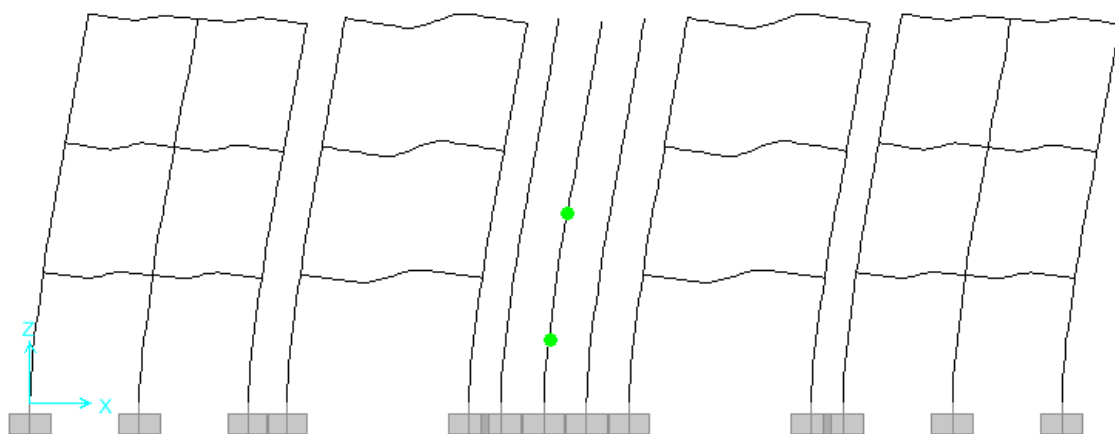


Figura 4.178 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

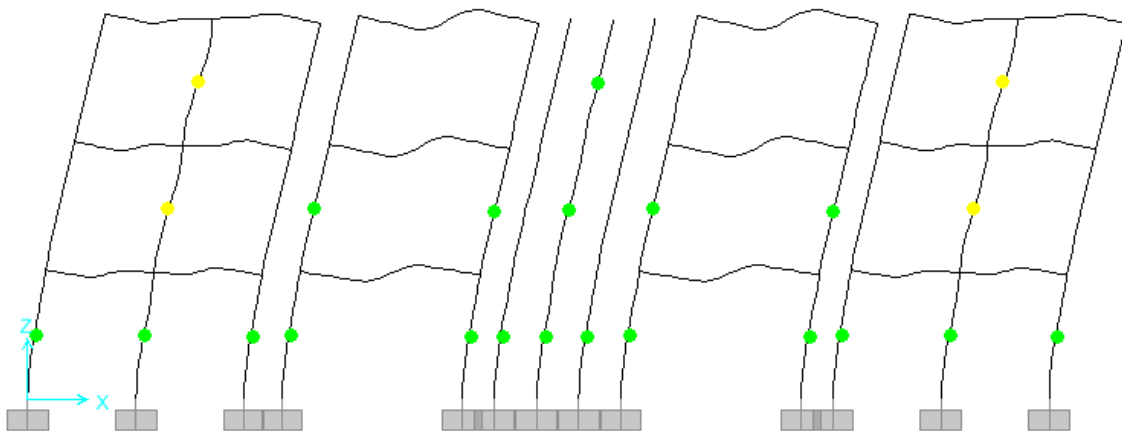


Figura 4.179 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

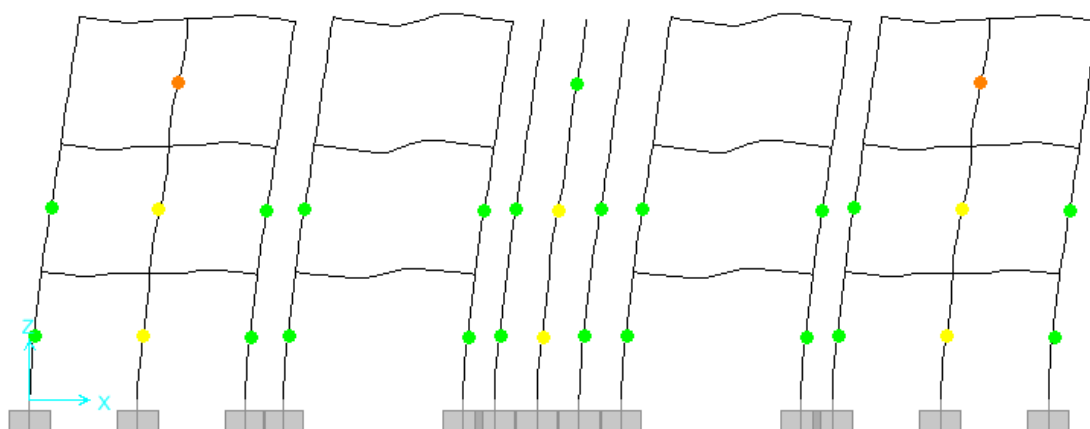


Figura 4.180 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

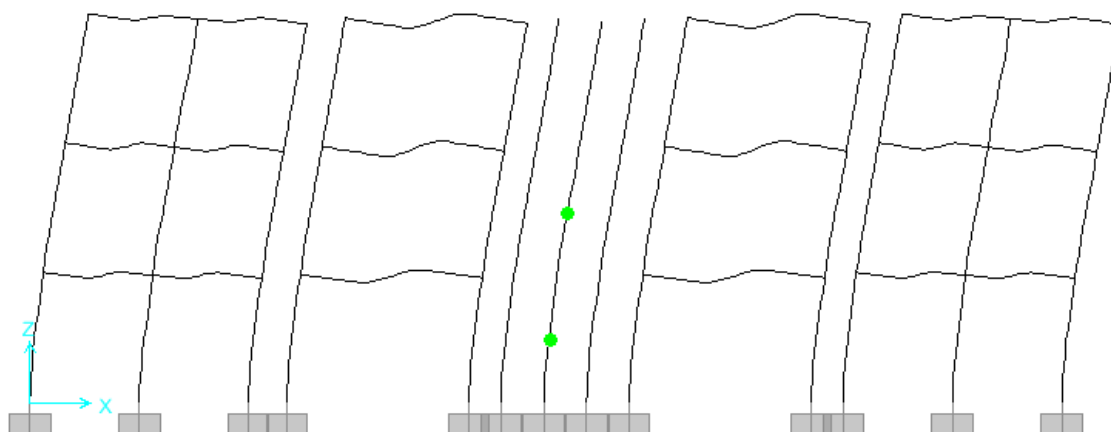


Figura 4.181 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

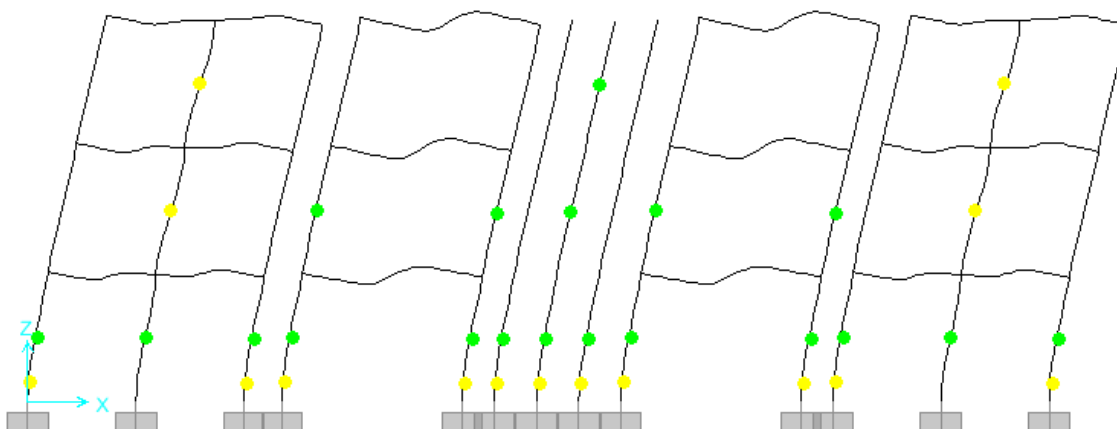


Figura 4.182 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

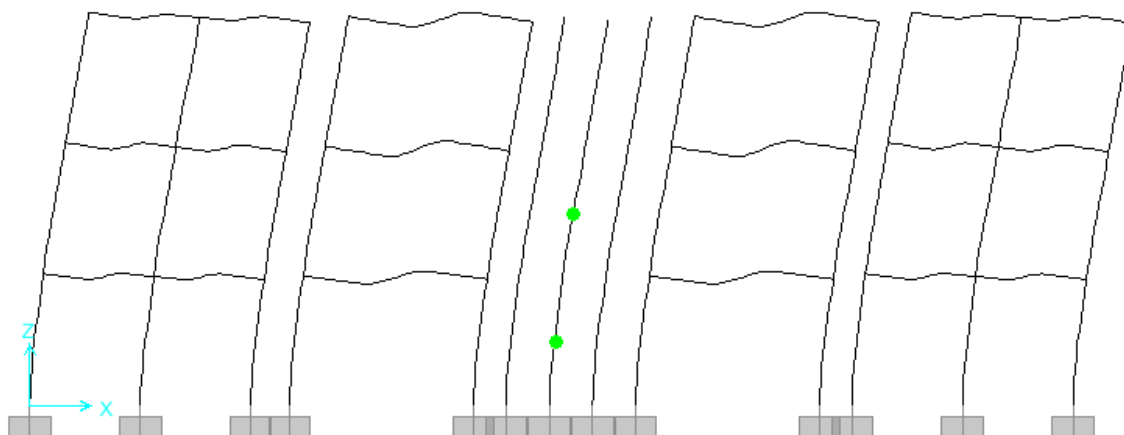


Figura 4.183 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

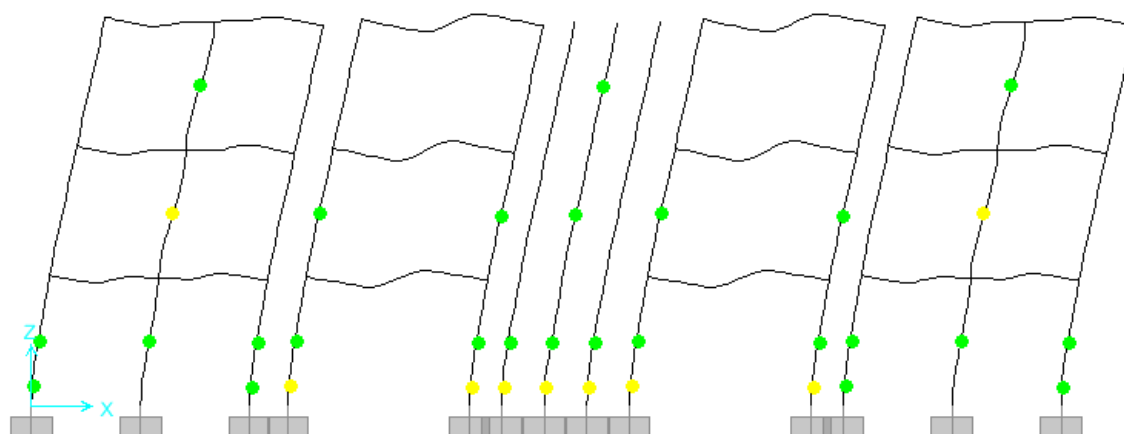


Figura 4.184 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.009 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

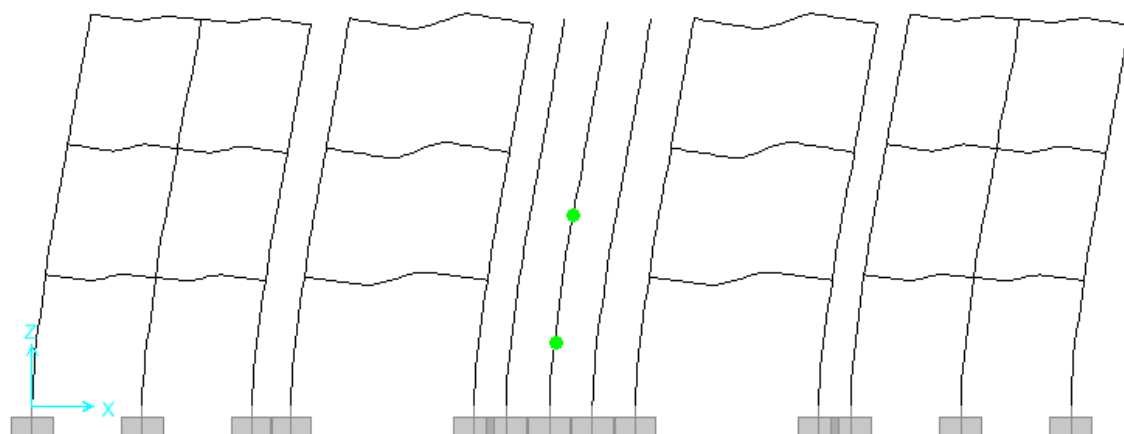


Figura 4.185 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

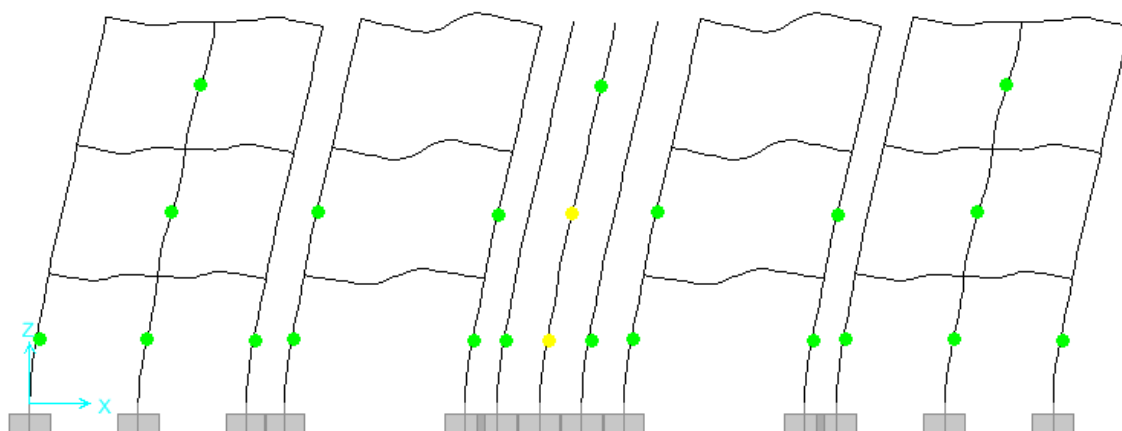


Figura 4.186 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

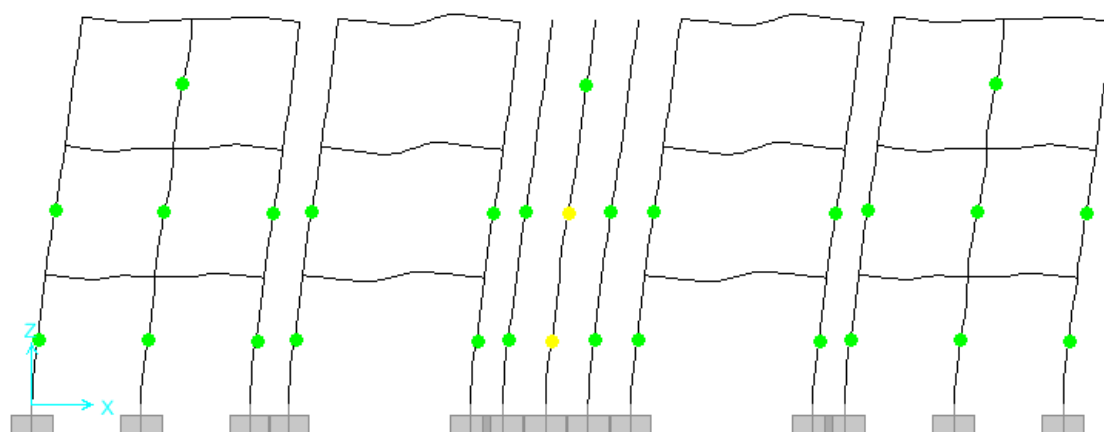


Figura 4.187 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

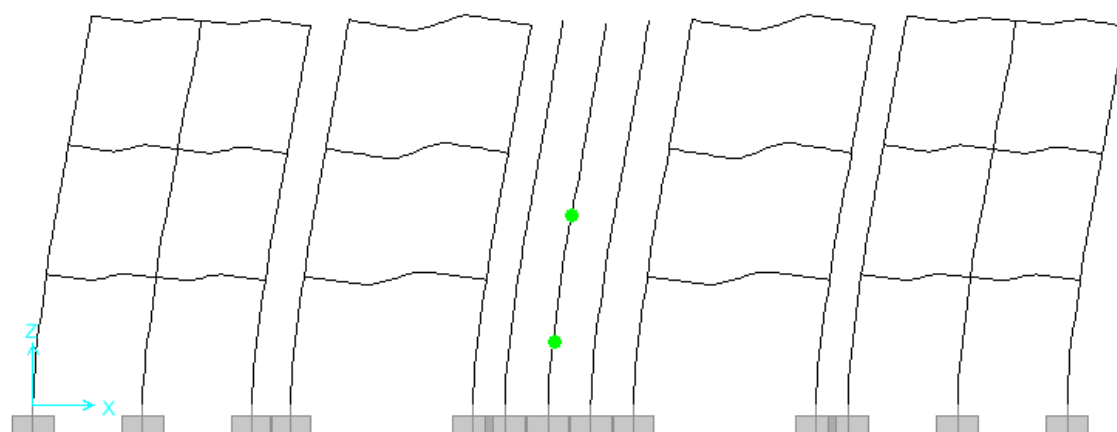


Figura 4.188 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

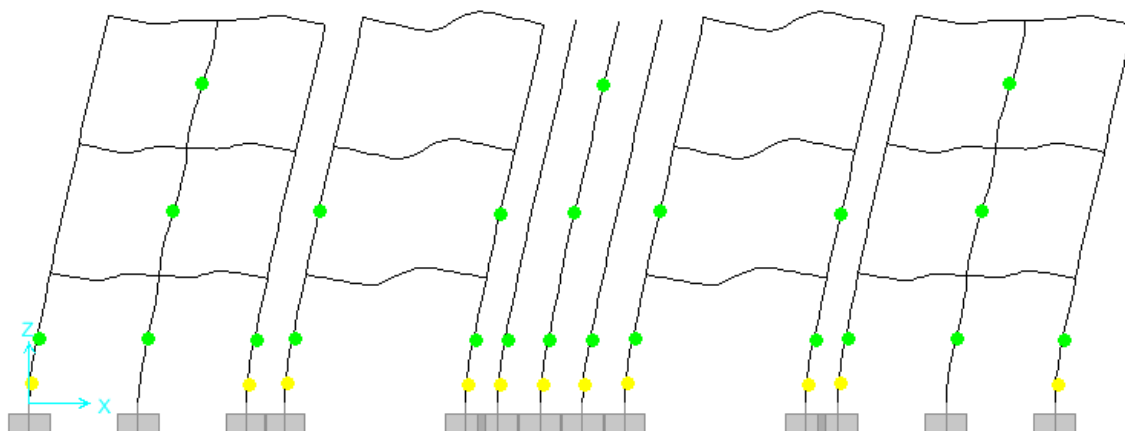


Figura 4.189 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

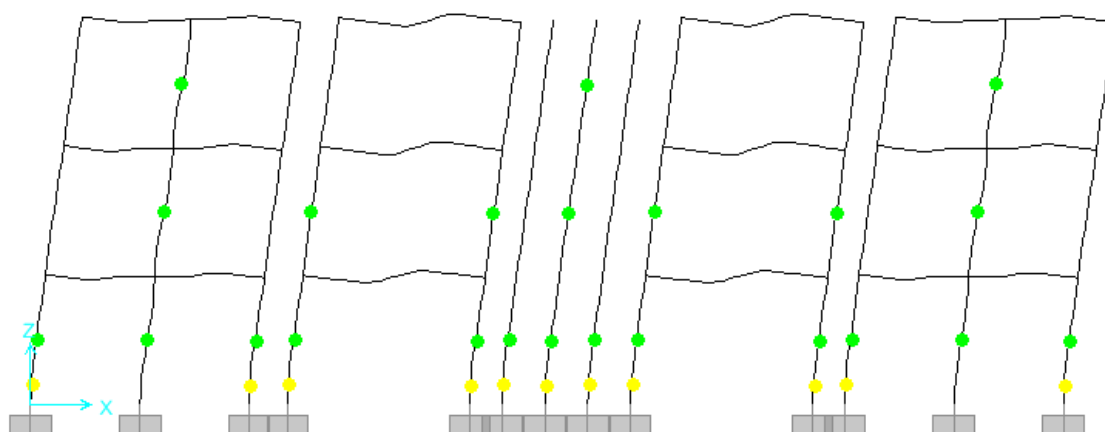


Figura 4.190 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

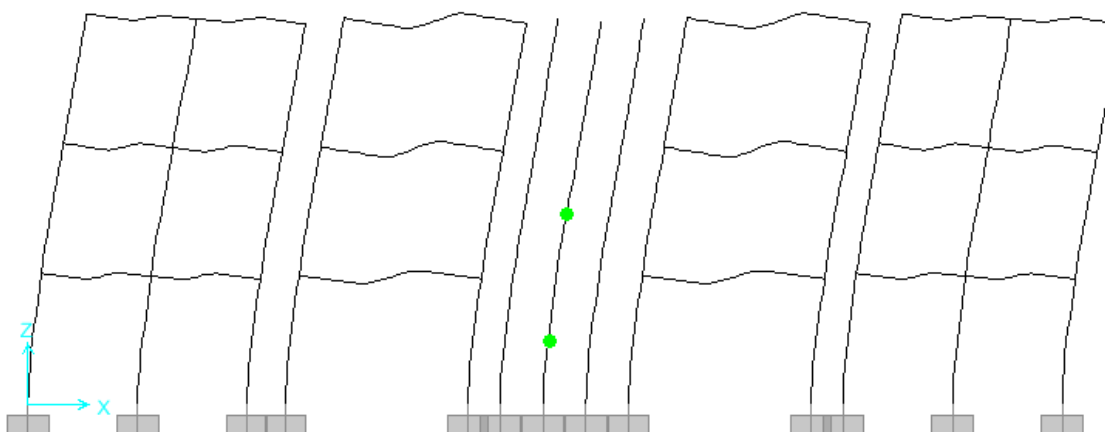


Figura 4.191 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

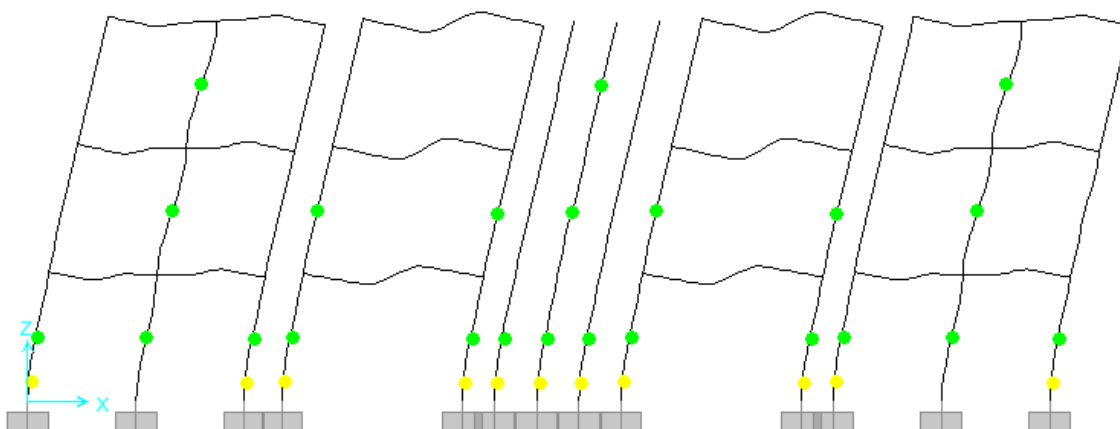


Figura 4.192 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

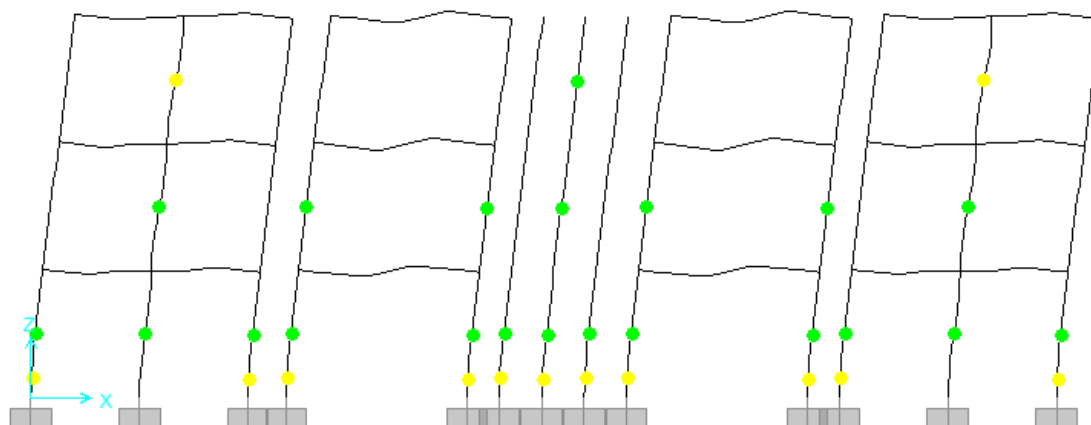


Figura 4.193 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

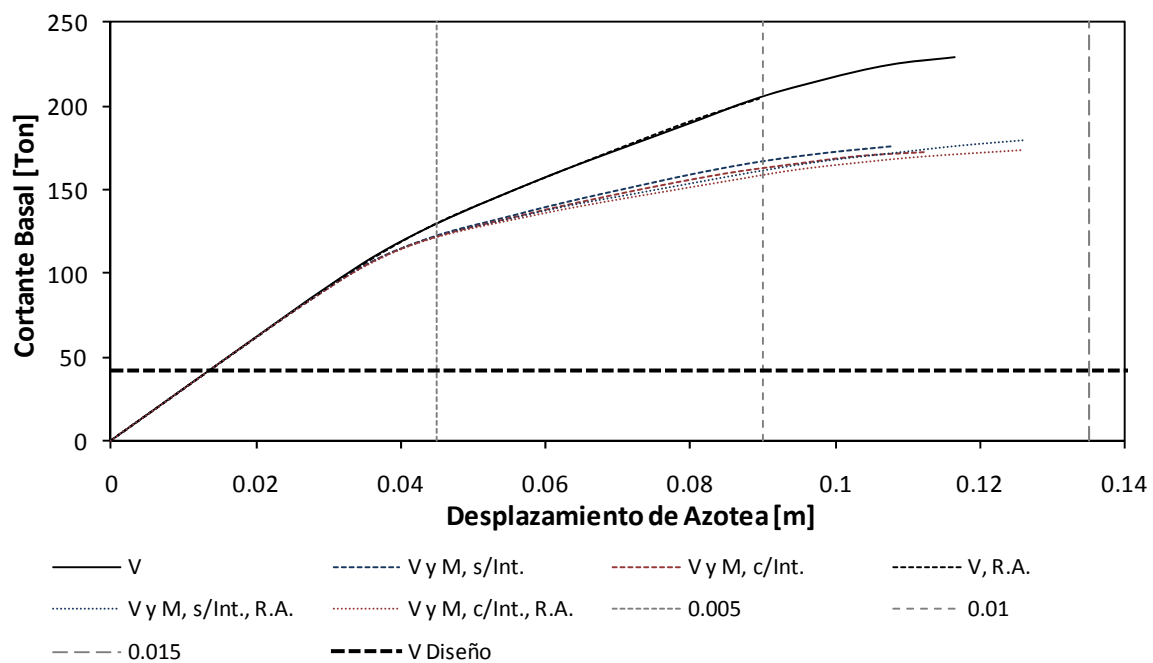


Figura 4.194 - Curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

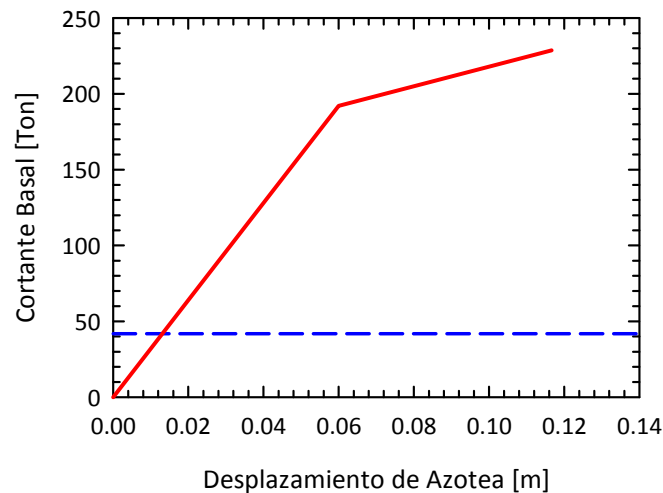


Figura 4.195 - Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente al modelo "V"

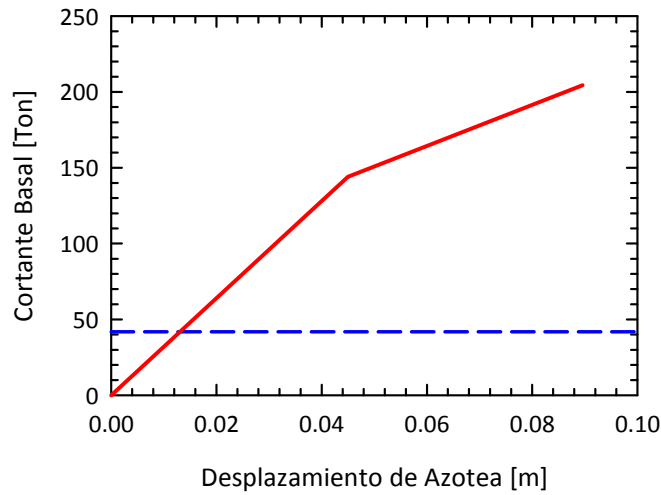


Figura 4.196 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente al modelo “V, R.A.”

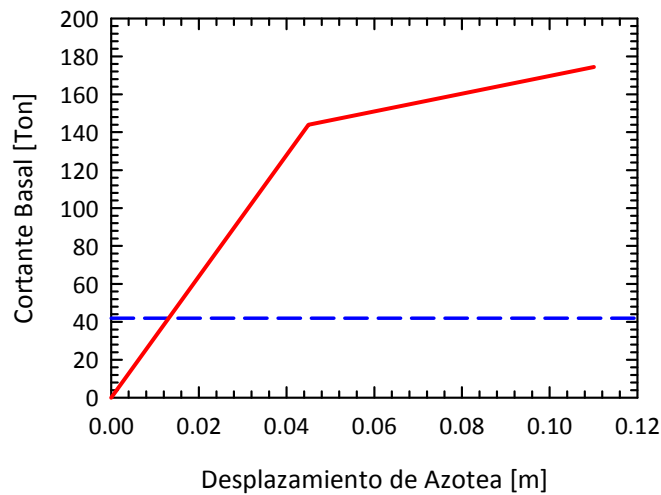


Figura 4.197 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.” y “V y M, c/Int.”

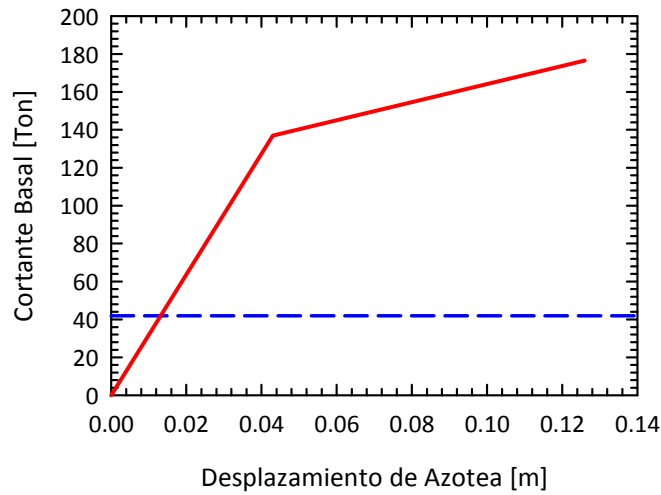


Figura 4.198 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

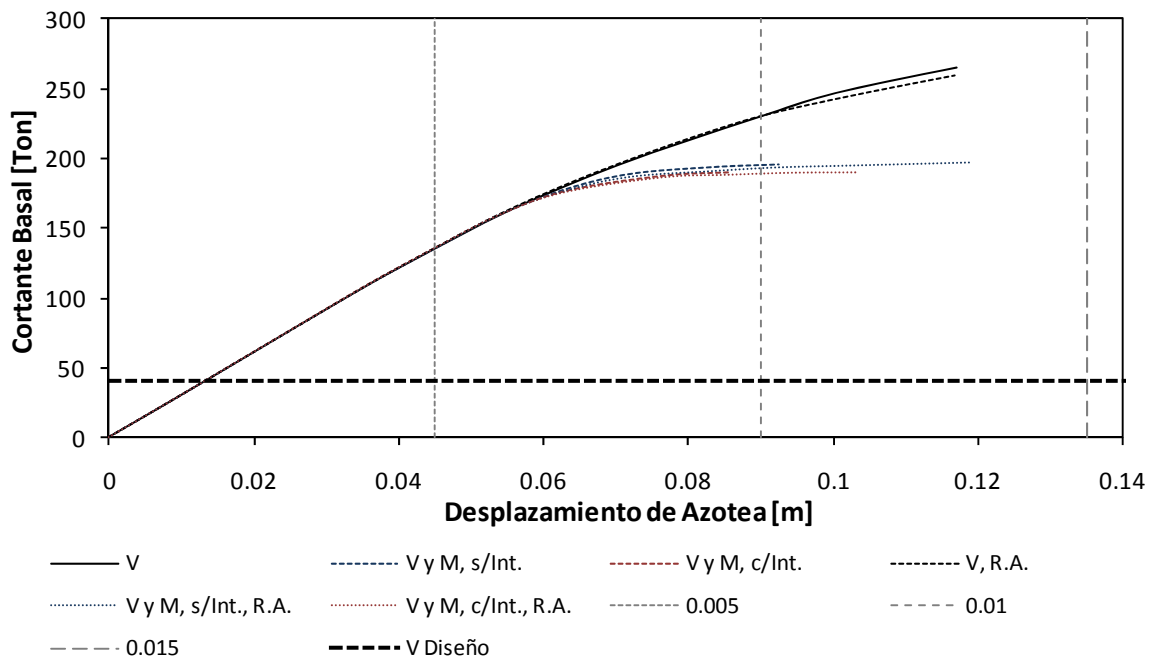


Figura 4.199 - Curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

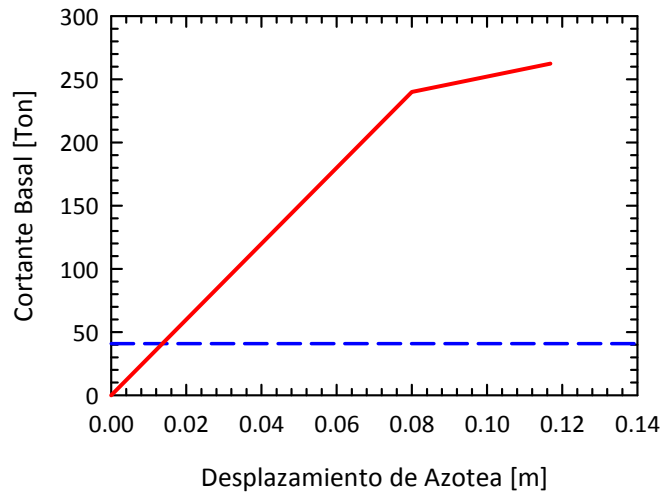


Figura 4.200 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos "V" y "V, R.A."

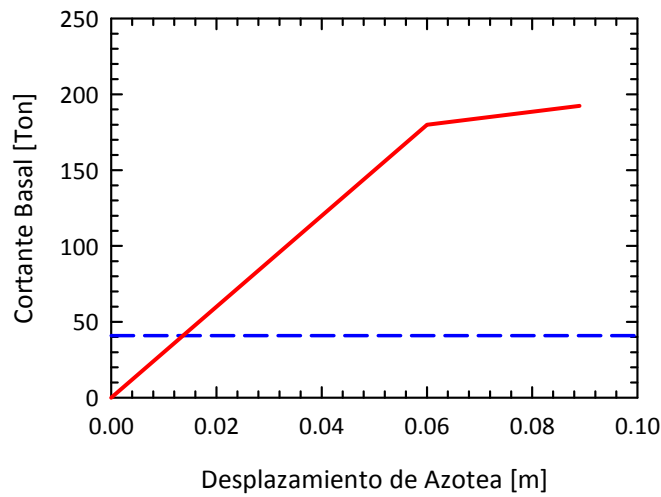


Figura 4.201 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos "V y M, s/Int." y "V y M, c/Int."

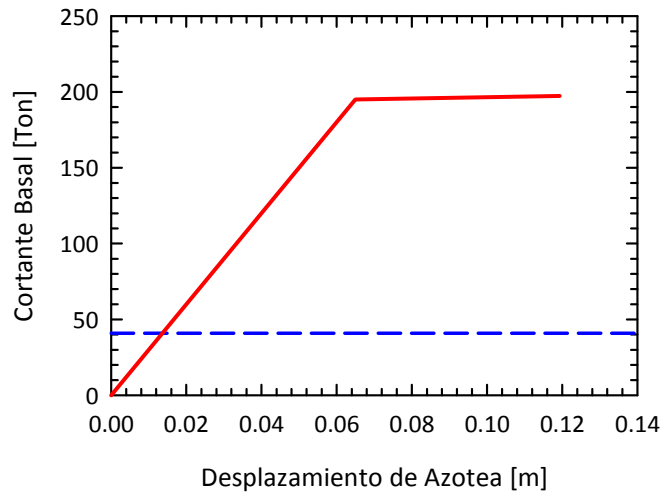


Figura 4.202 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int., R.A.”

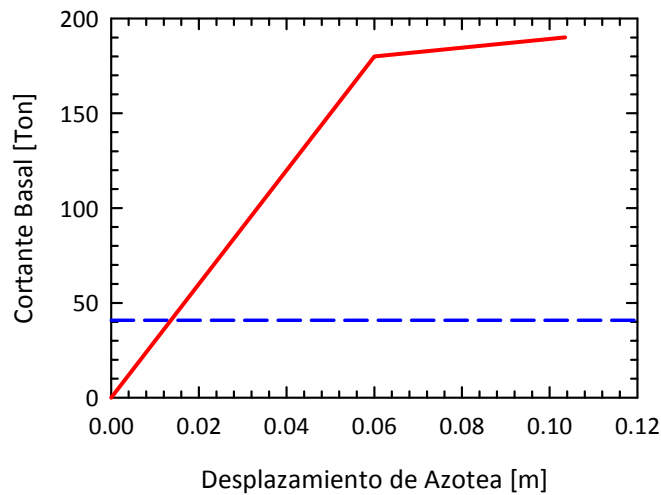


Figura 4.203 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, c/Int., R.A.”

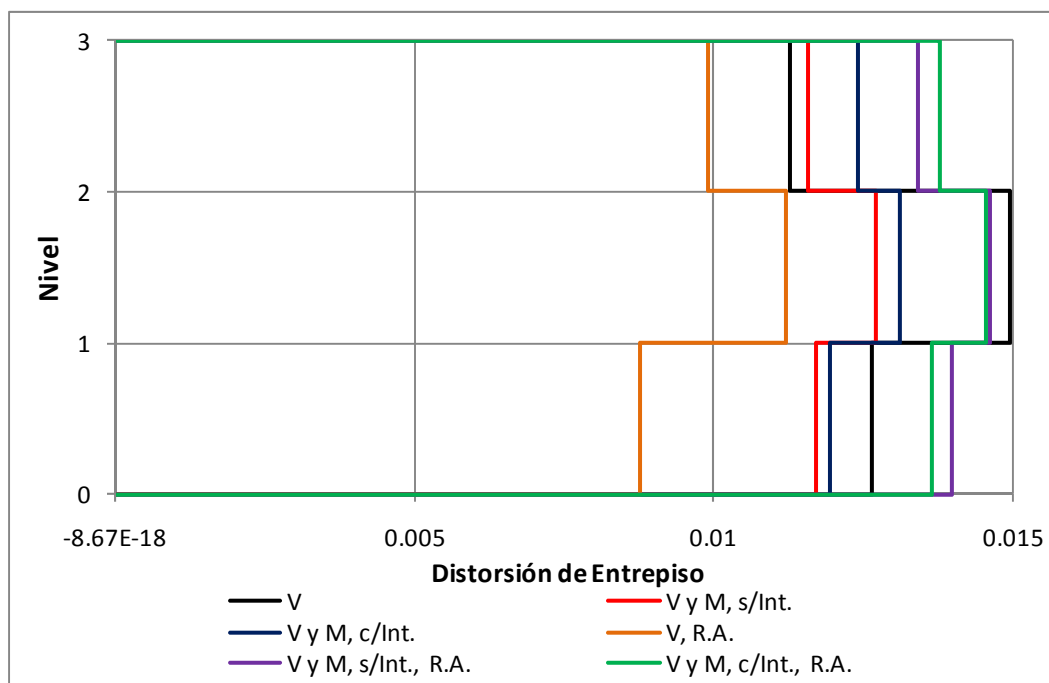


Figura 4.204 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

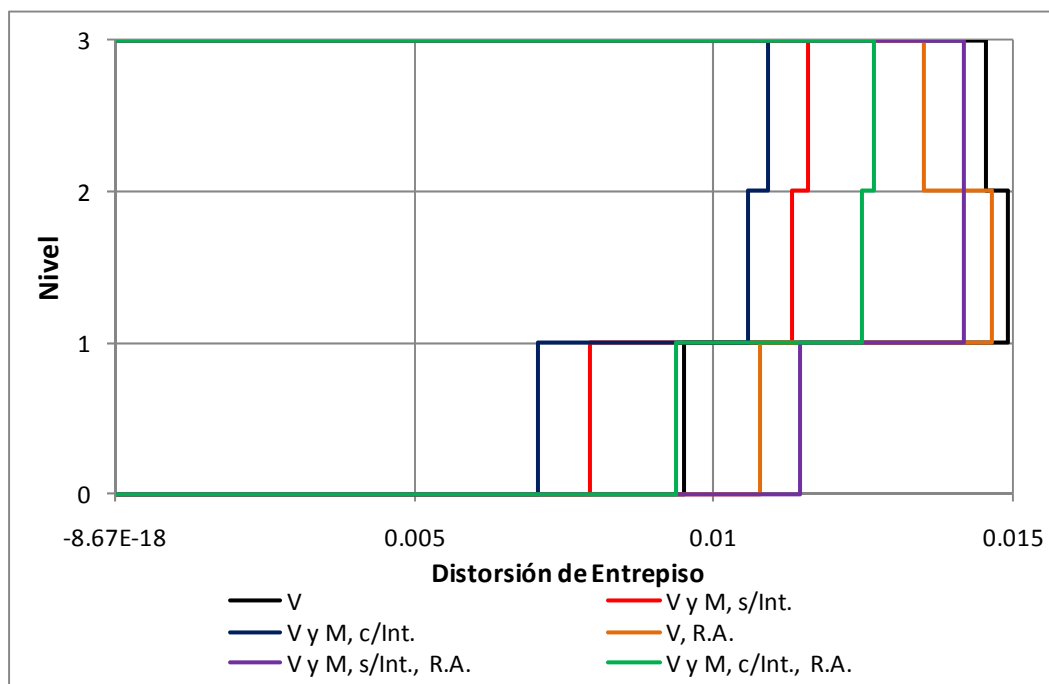


Figura 4.205 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

4.2.2.4 EDIFICIO DE CUATRO NIVELES

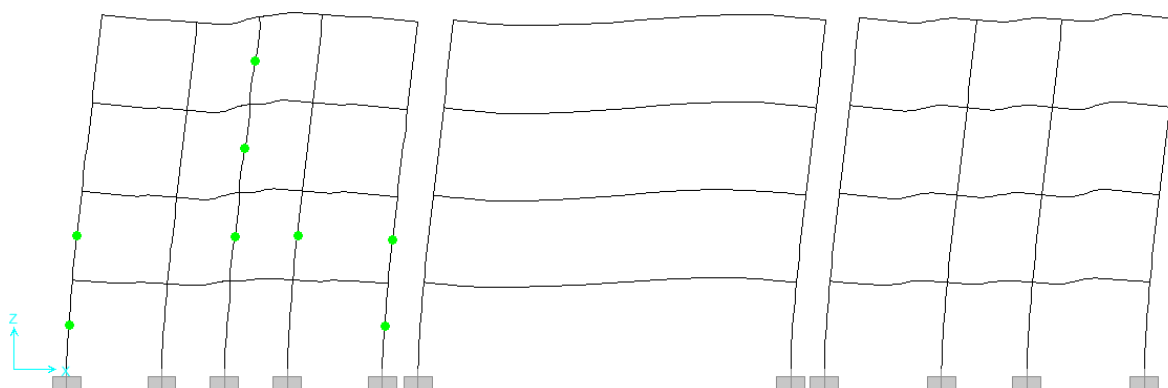


Figura 4.206 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

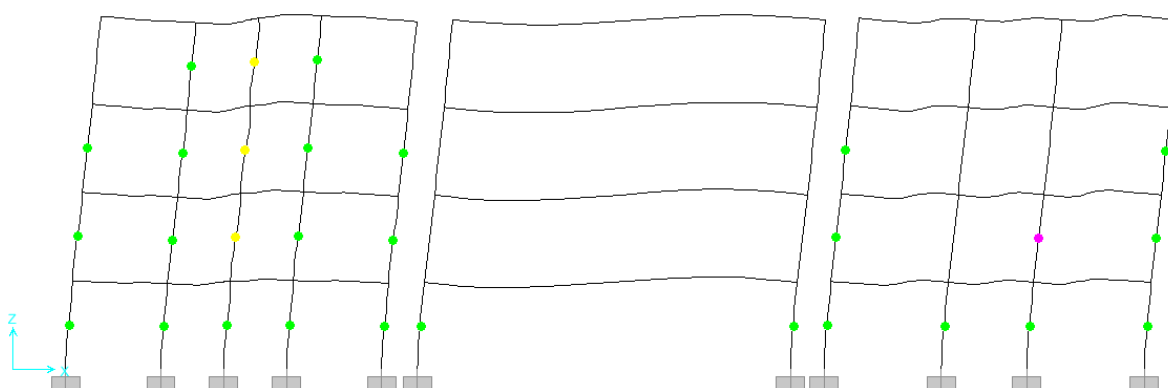


Figura 4.207 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

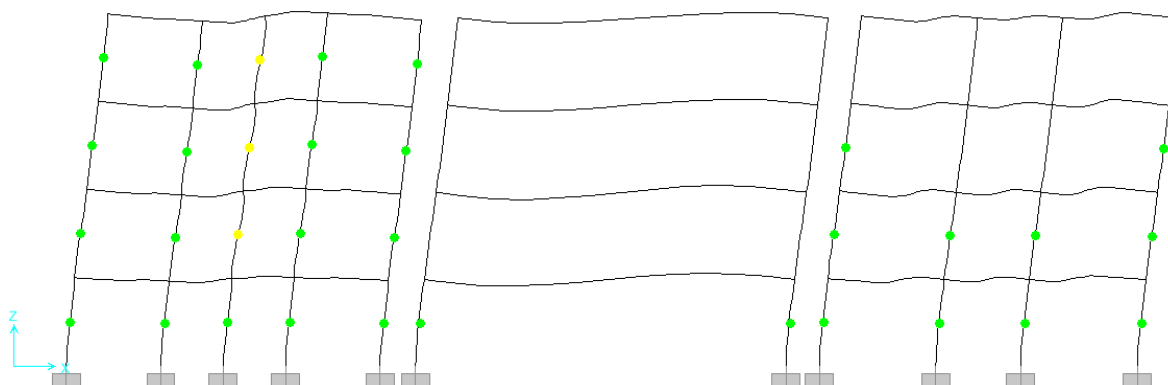


Figura 4.208 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

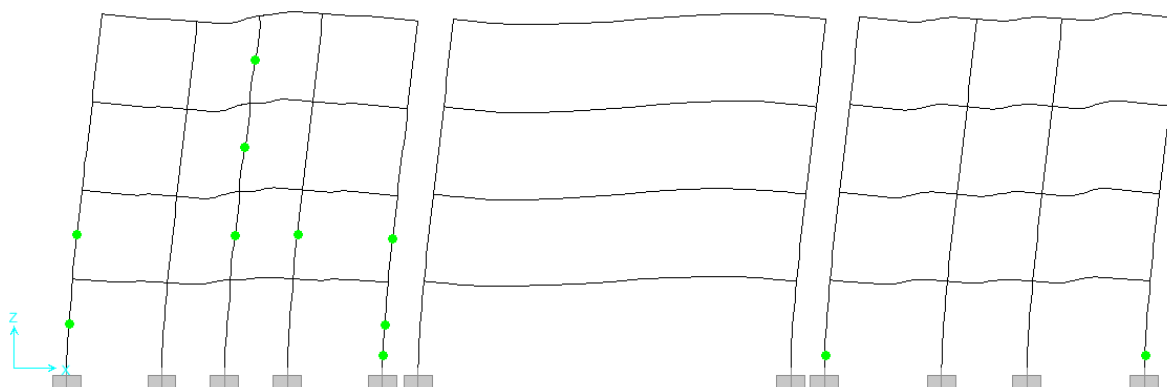


Figura 4.209 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México



Figura 4.210 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

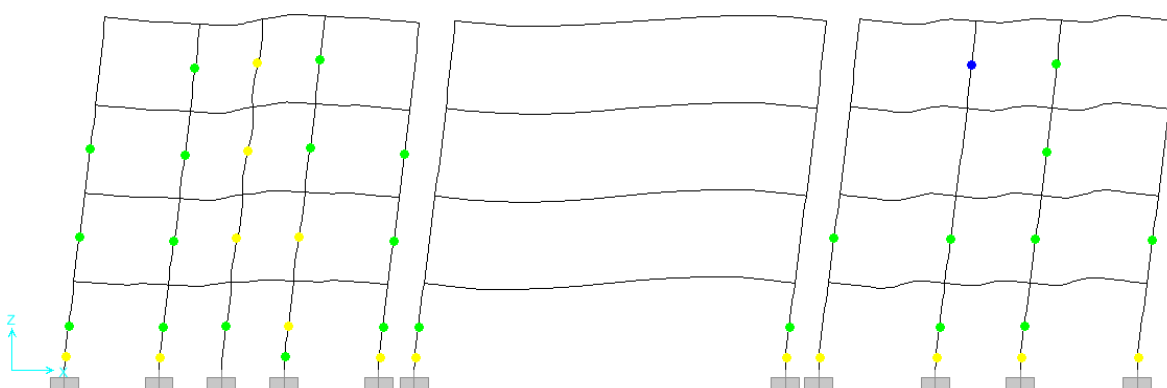


Figura 4.211 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

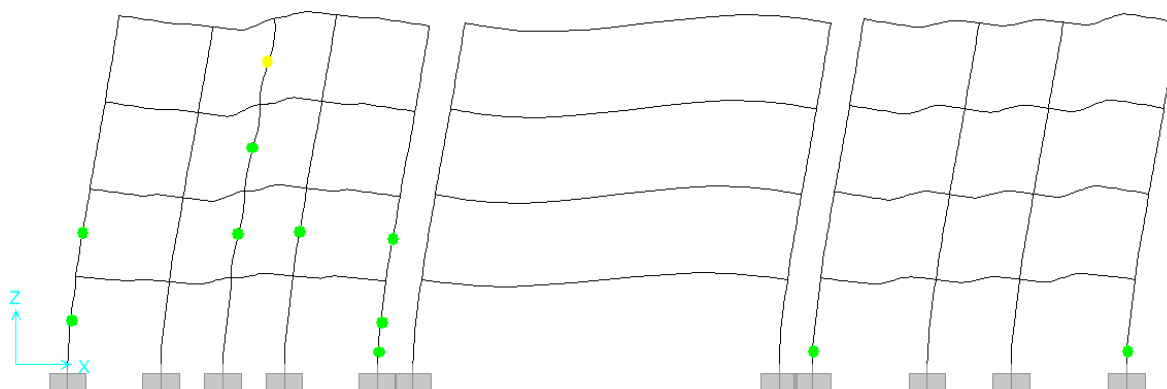


Figura 4.212 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V y M c/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

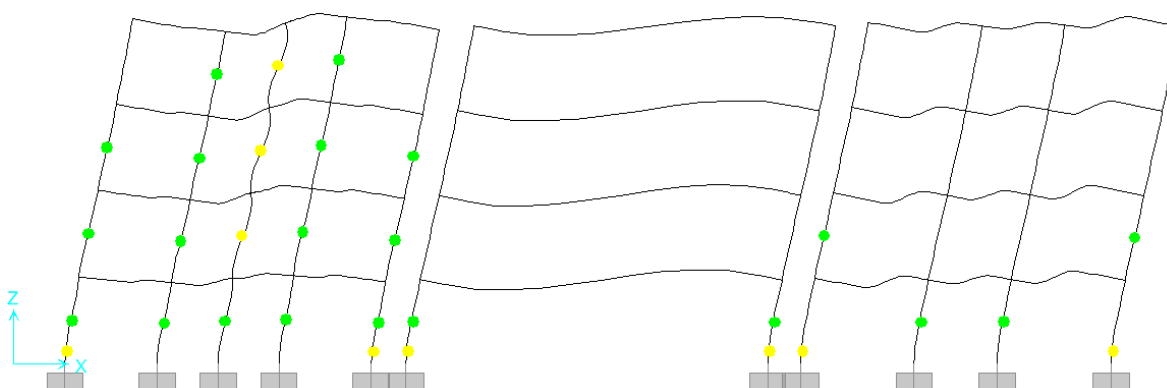


Figura 4.213 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo “V y M c/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

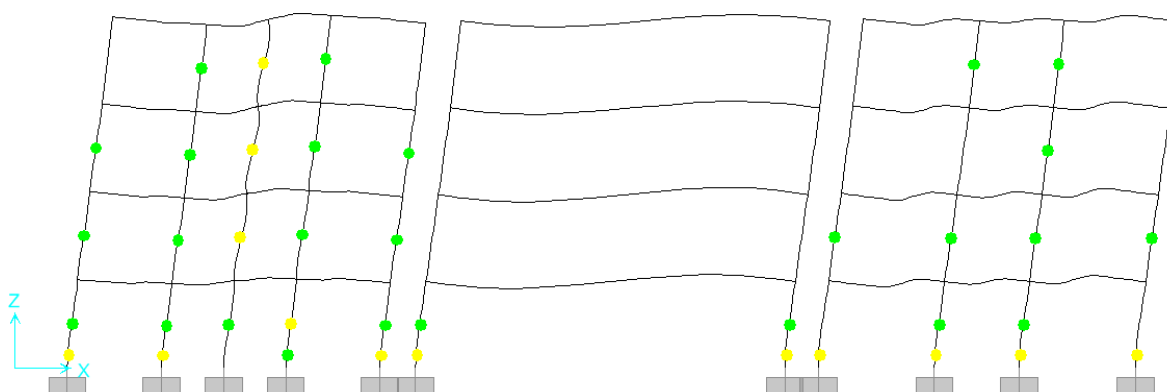


Figura 4.214 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo “V y M c/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

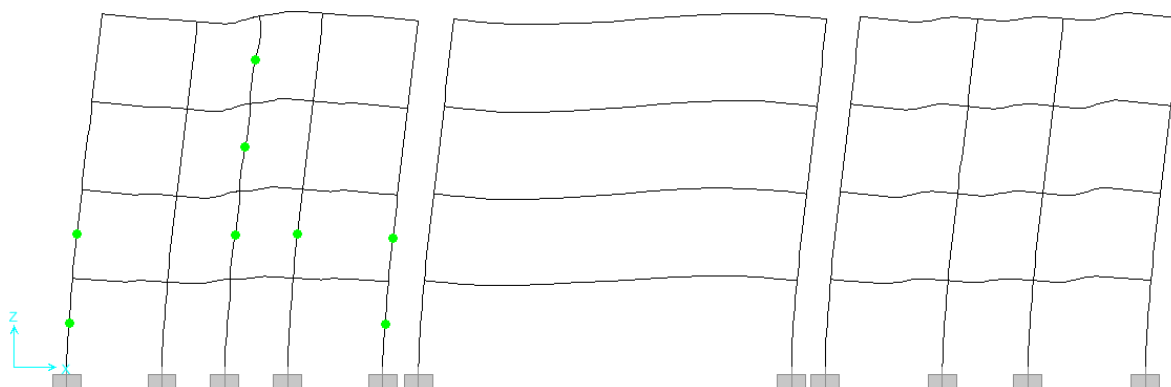


Figura 4.215 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

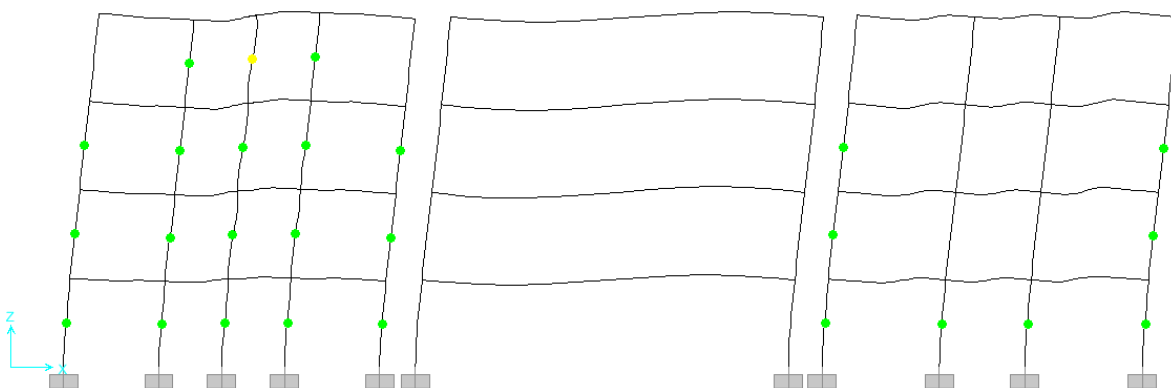


Figura 4.216 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

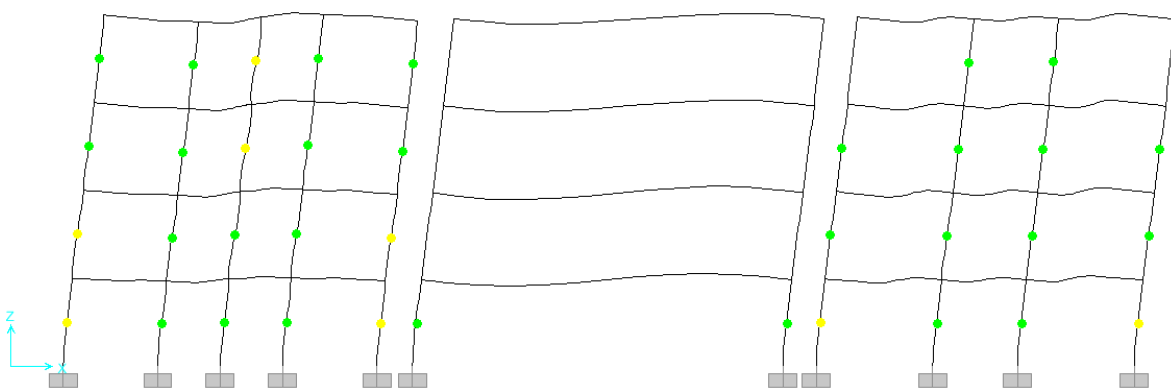


Figura 4.217 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

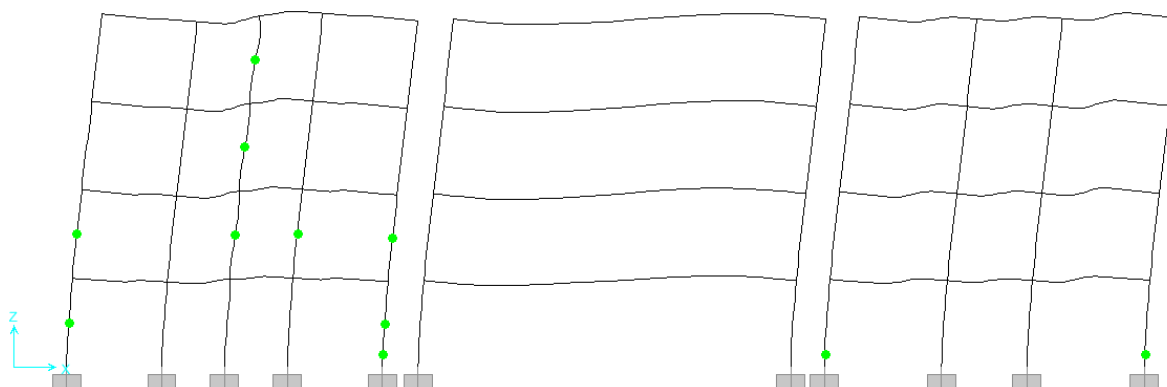


Figura 4.218 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

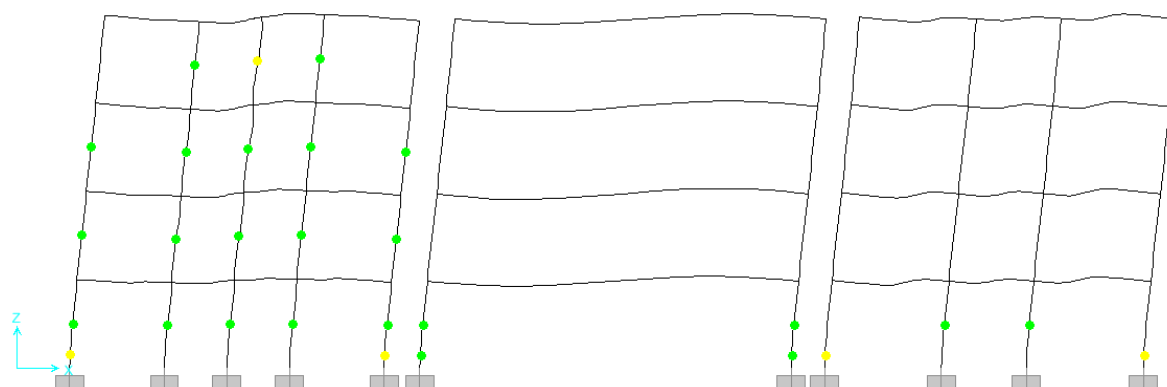


Figura 4.219 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México



Figura 4.220 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.014 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

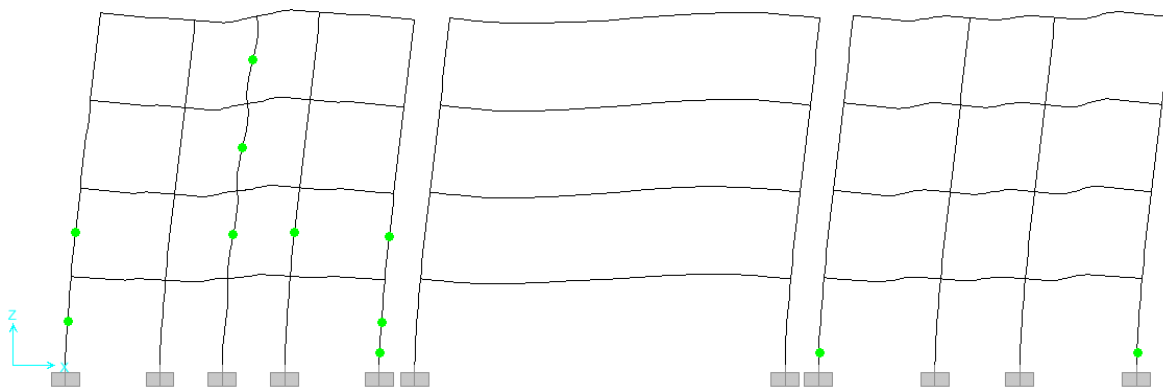


Figura 4.221 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

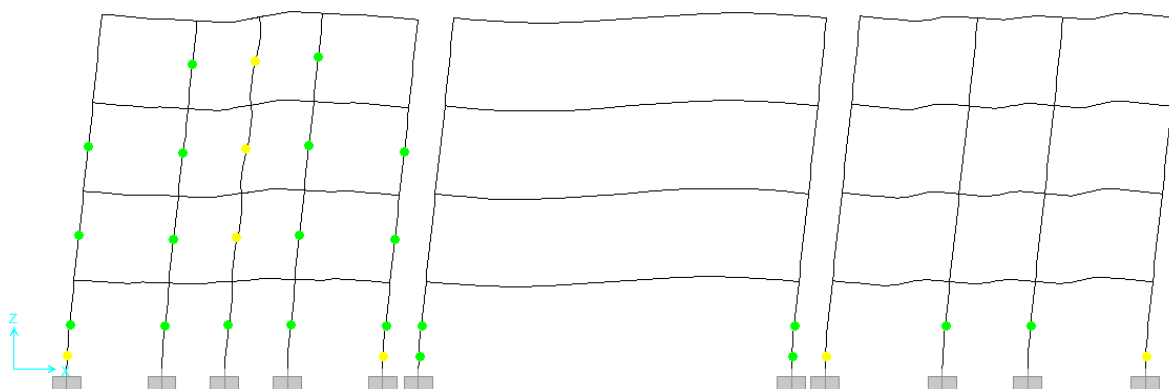


Figura 4.222 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

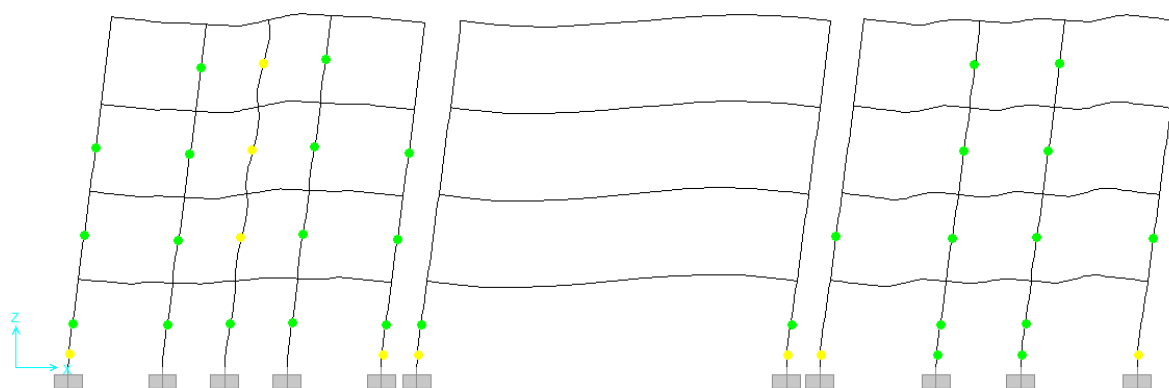


Figura 4.223 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.014 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

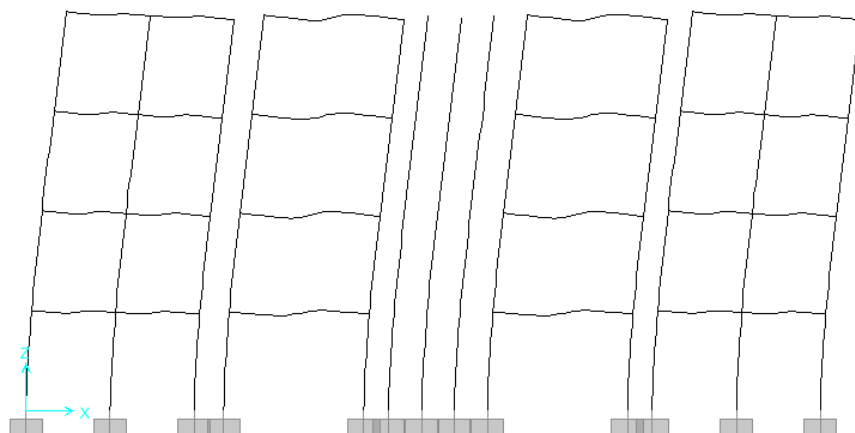


Figura 4.224 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

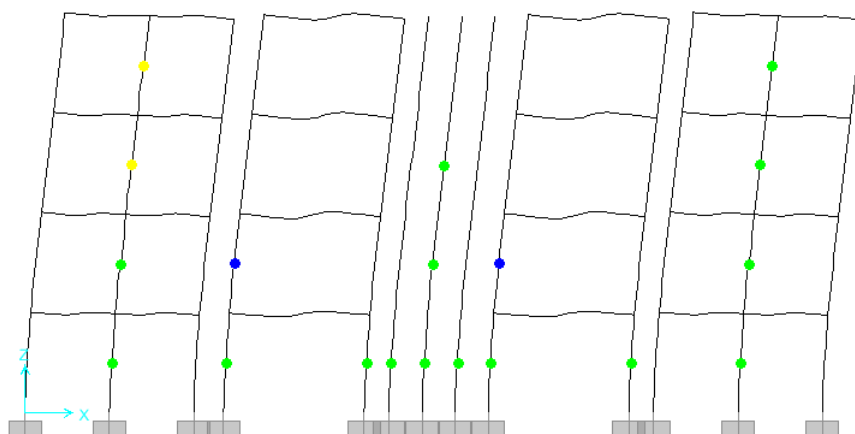


Figura 4.225 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

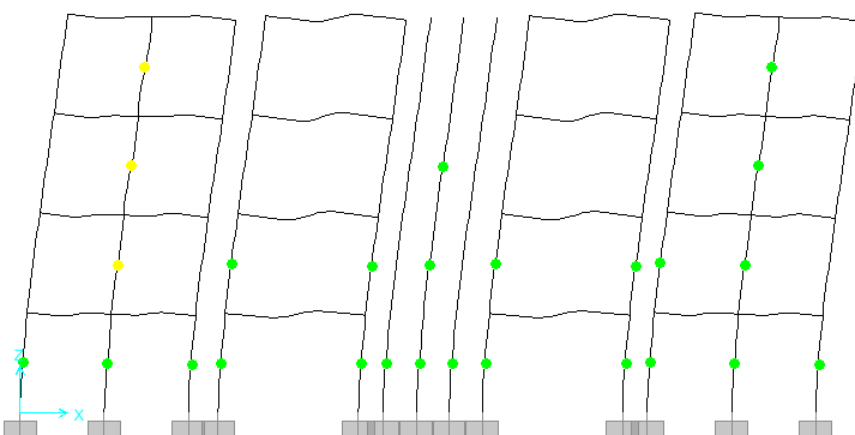


Figura 4.226 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

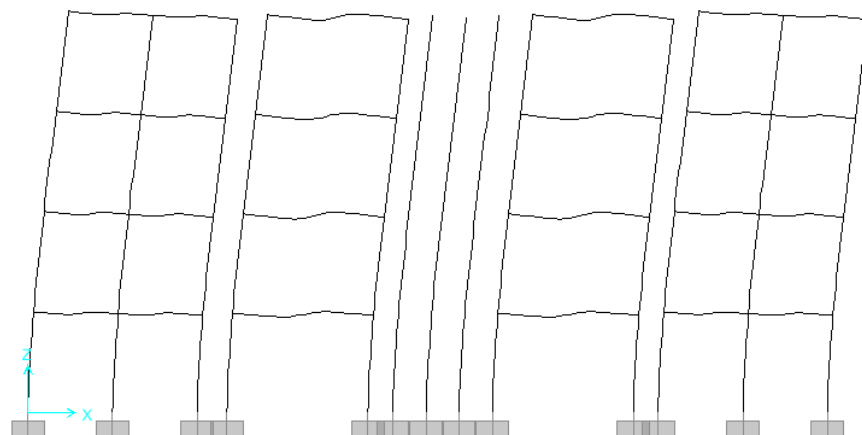


Figura 4.227 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

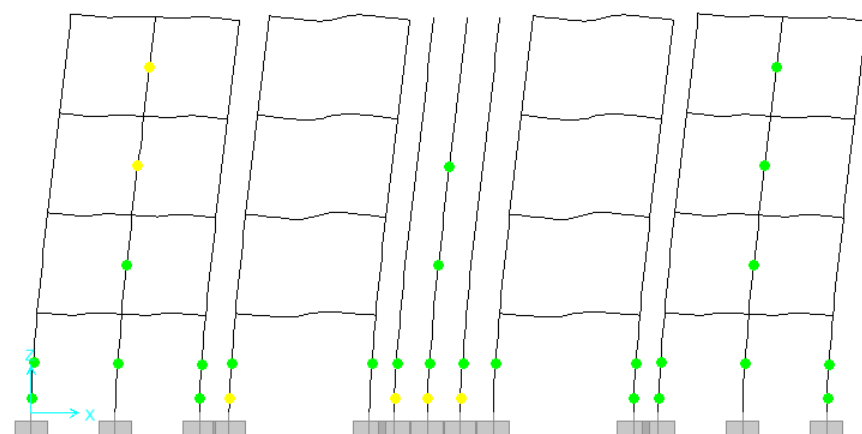


Figura 4.228 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

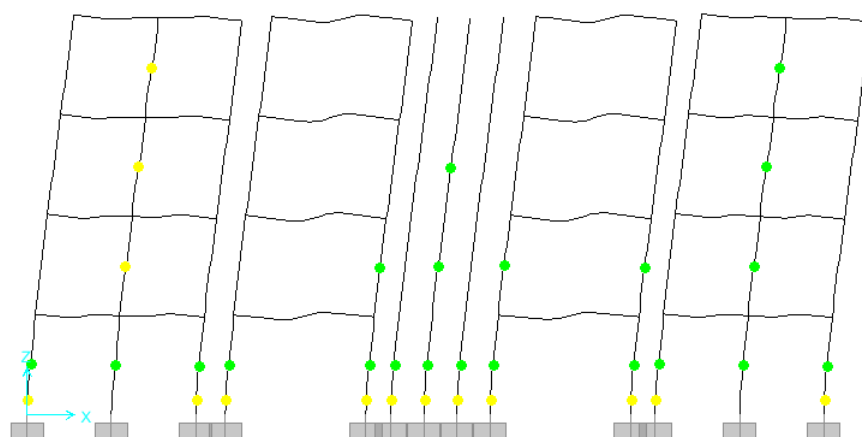


Figura 4.229 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

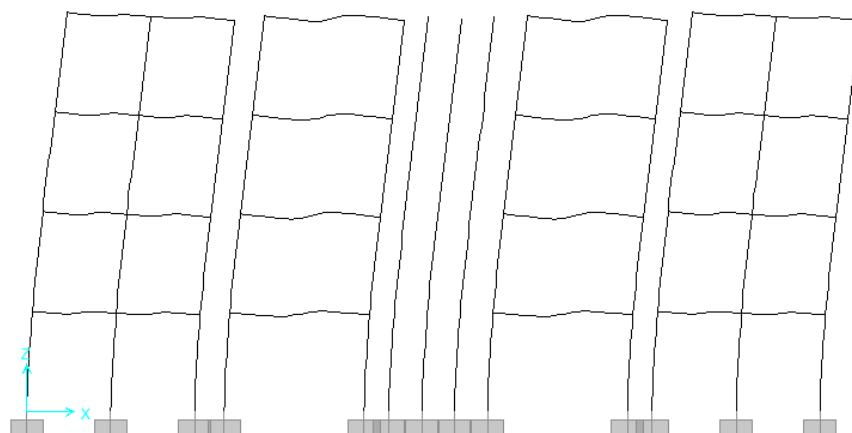


Figura 4.230 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V y M c/Int.” en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

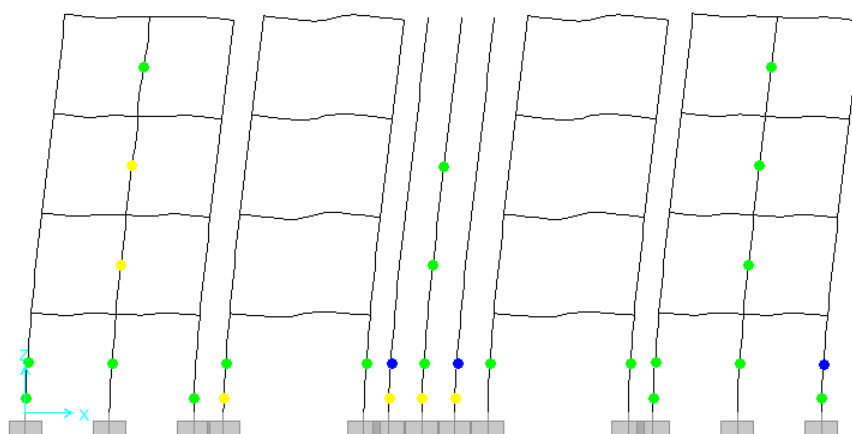


Figura 4.231 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo “V y M c/Int.” en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

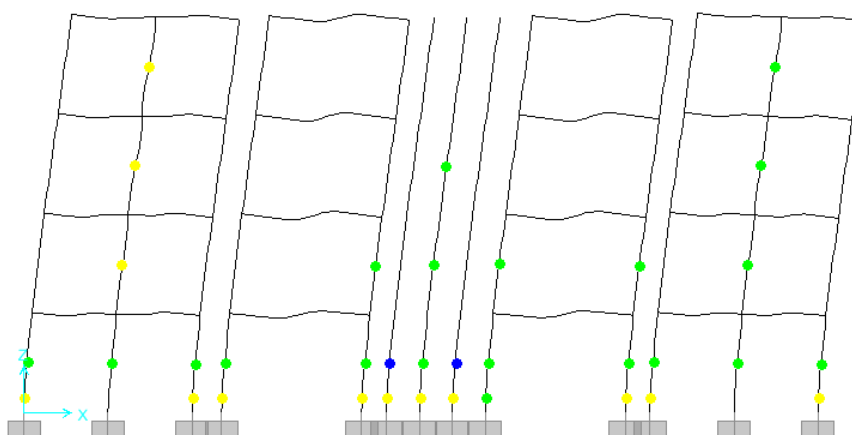


Figura 4.232 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo “V y M c/Int.” en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

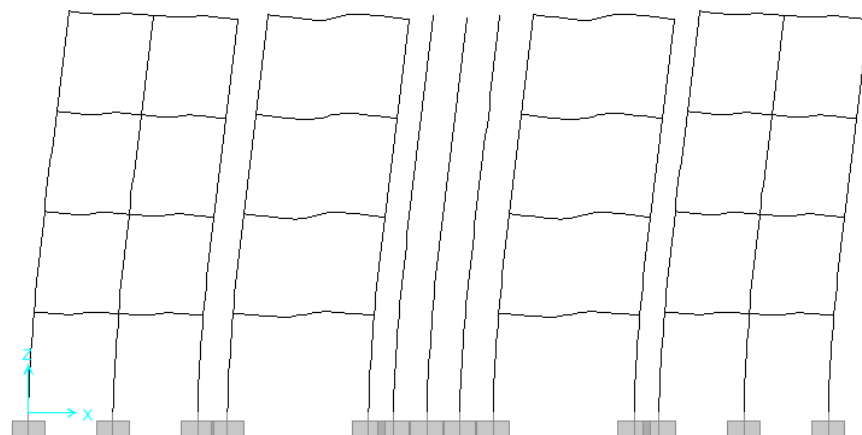


Figura 4.233 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

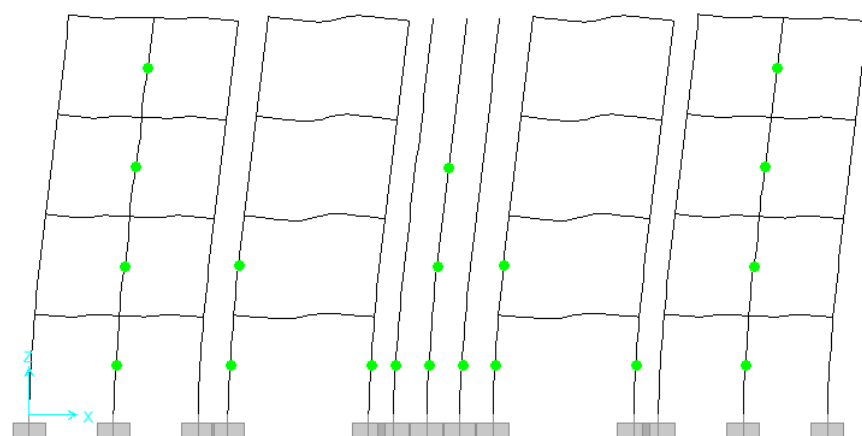


Figura 4.234 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

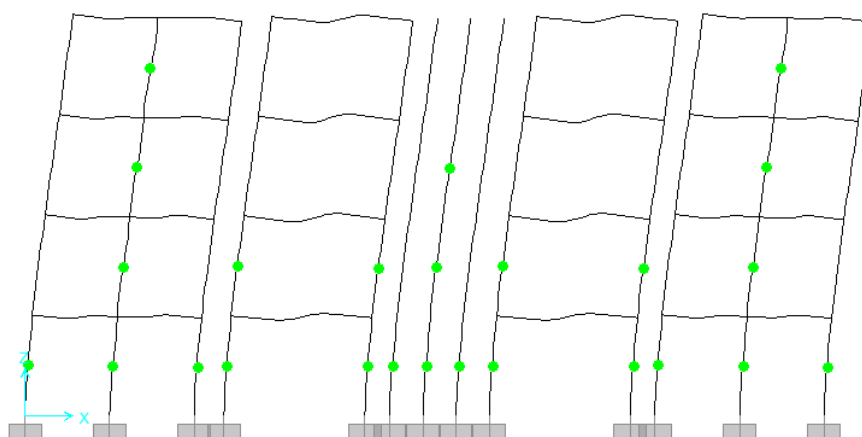


Figura 4.235 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

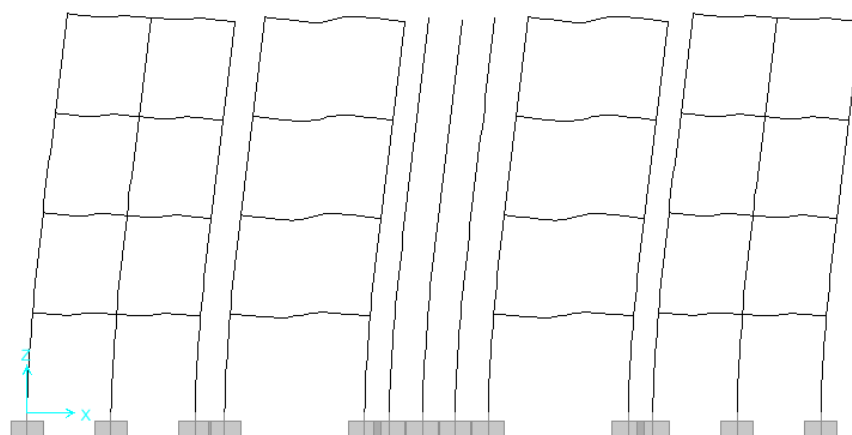


Figura 4.236 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

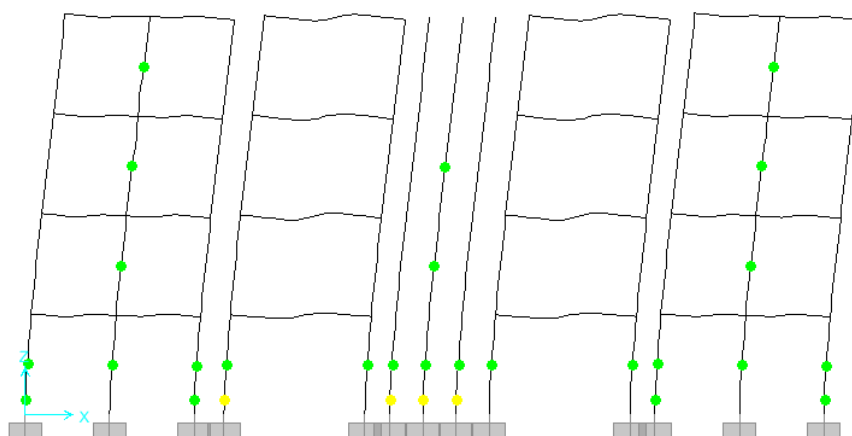


Figura 4.237 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

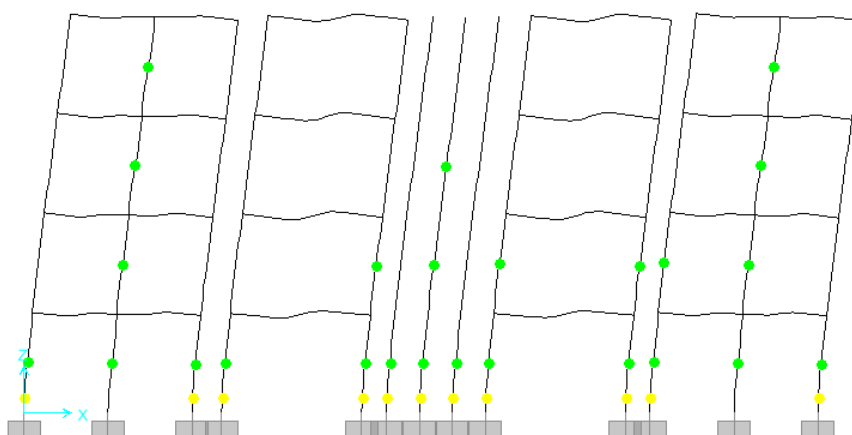


Figura 4.238 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

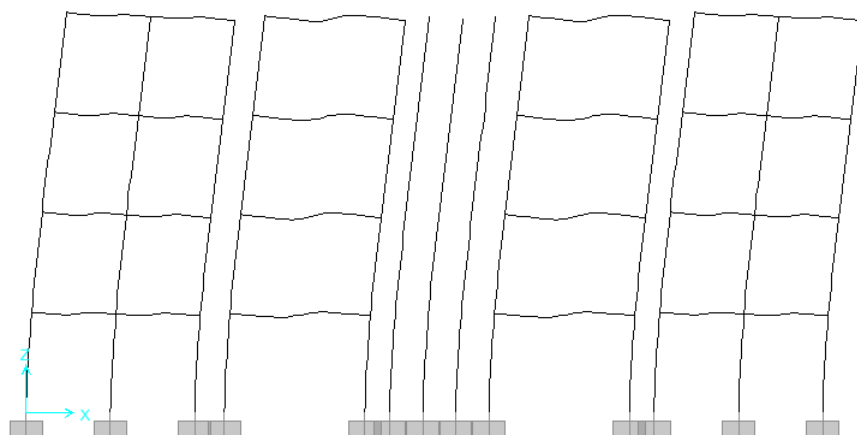


Figura 4.239 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

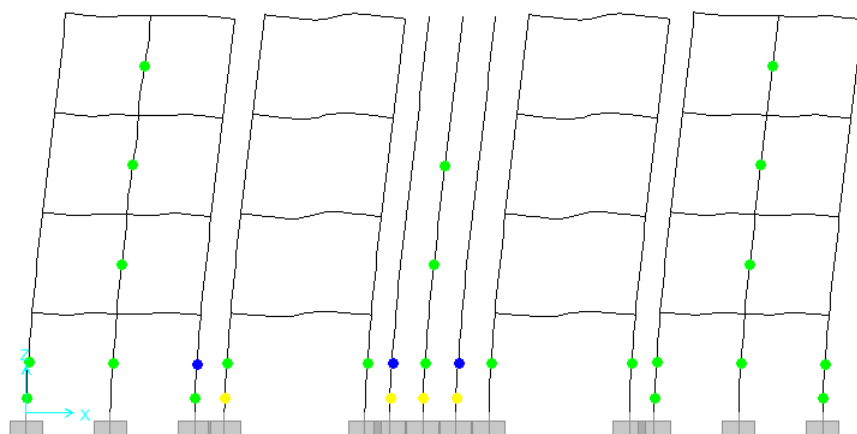


Figura 4.240 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

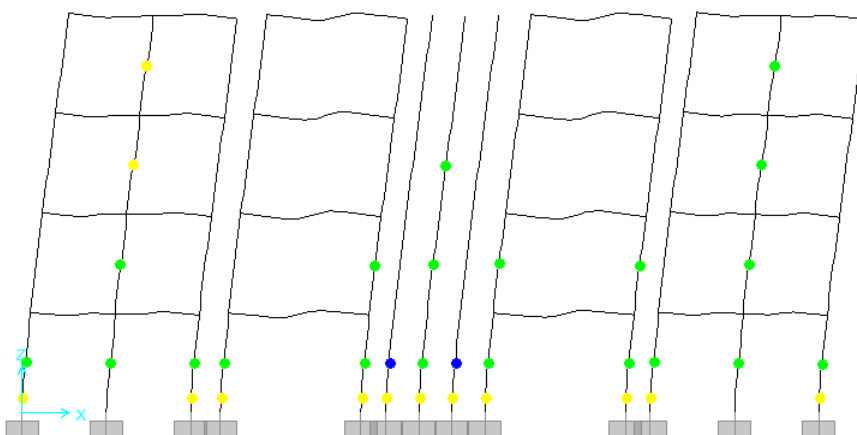


Figura 4.241 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

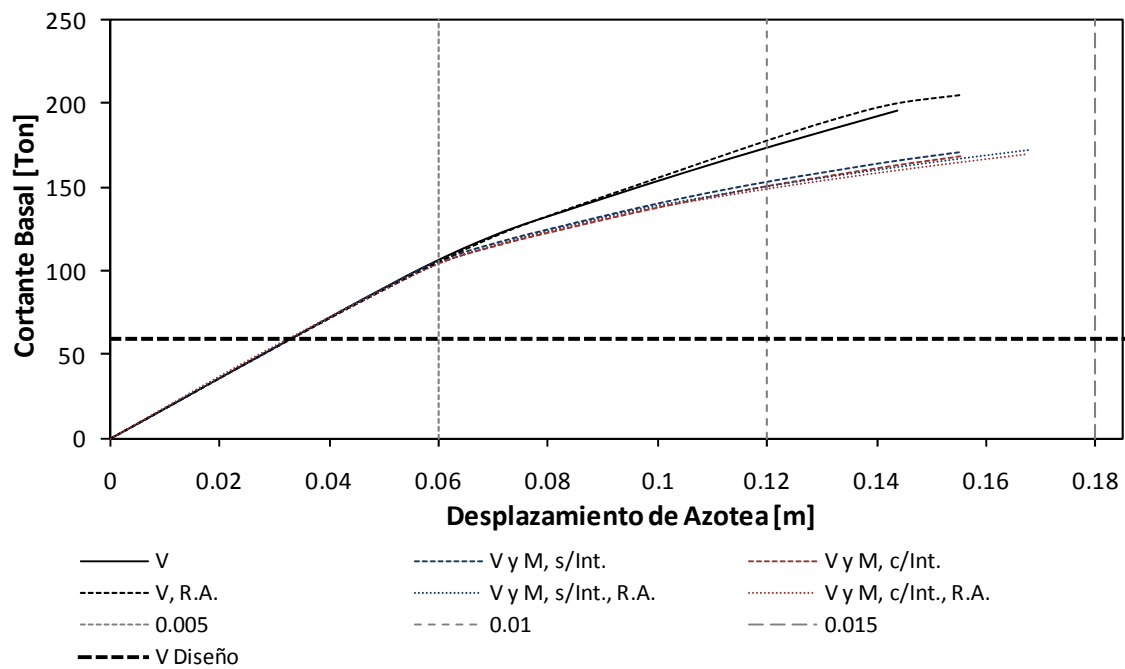


Figura 4.242 - Curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

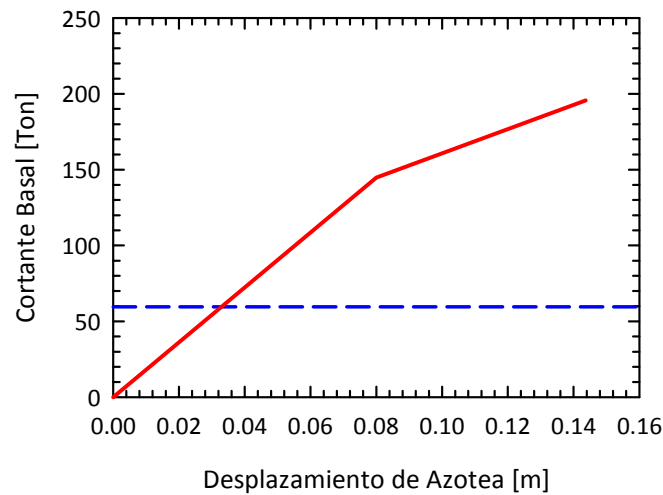


Figura 4.243 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente al modelo "V"

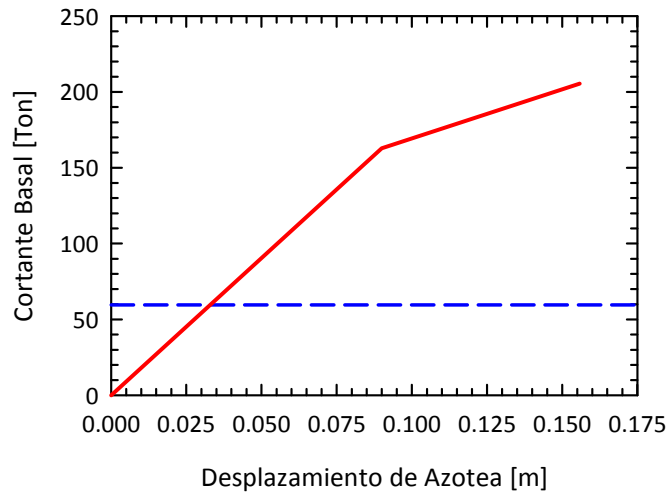


Figura 4.244 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente al modelo “V, R.A.”

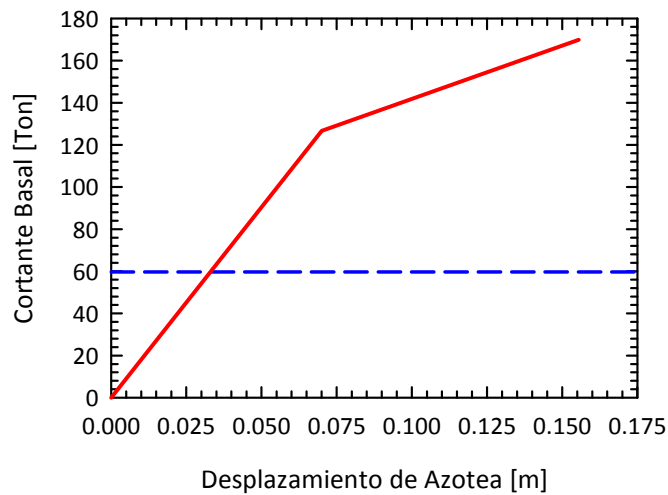


Figura 4.245 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.” y “V y M, c/Int.”

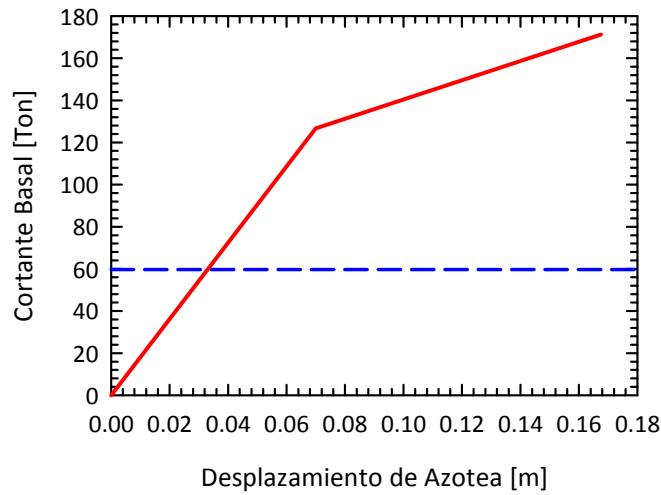


Figura 4.246 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

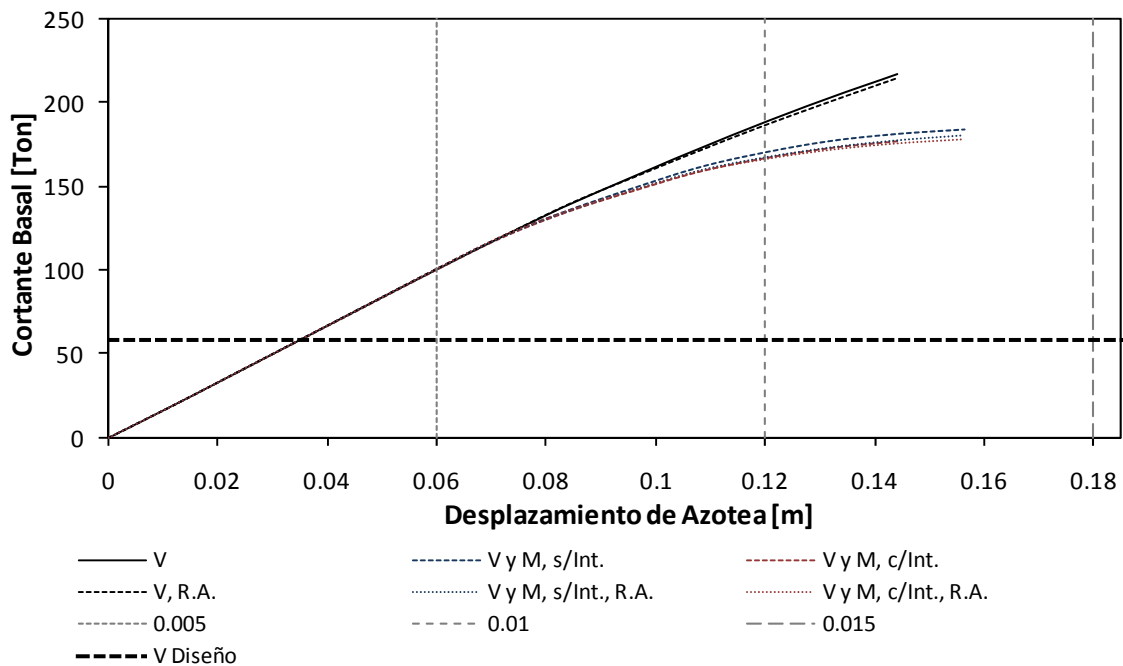


Figura 4.247 - Curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

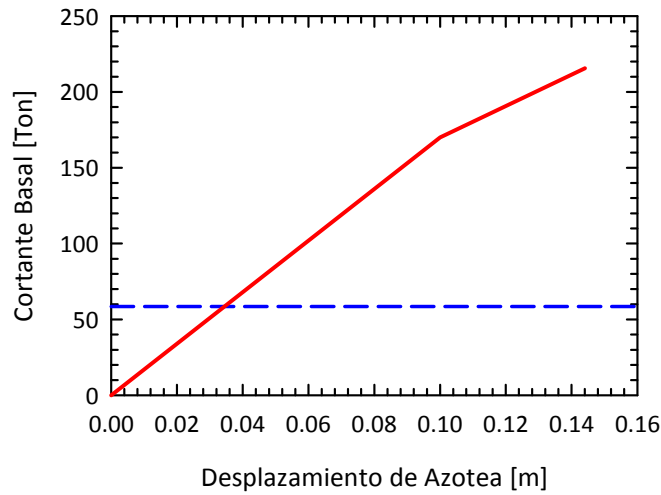


Figura 4.248 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V” y “V, R.A.”

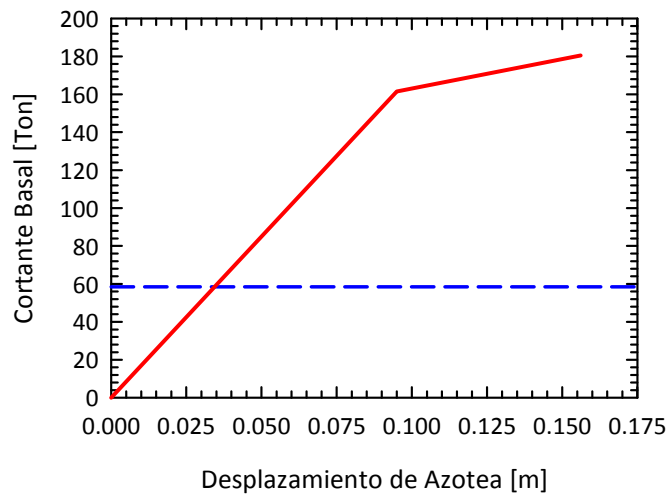


Figura 4.249 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.”, “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

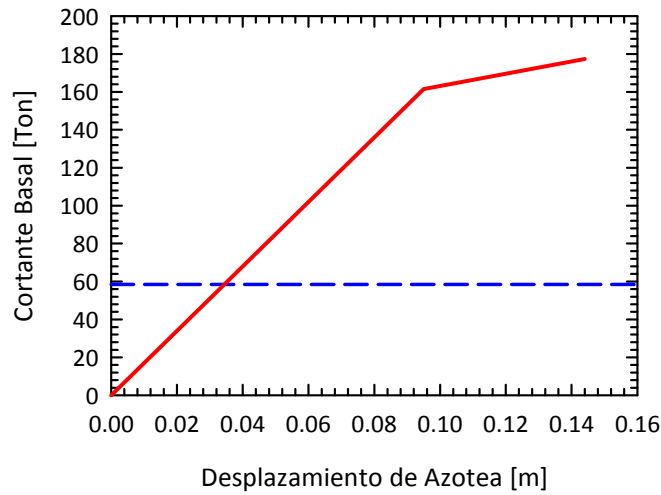


Figura 4.250 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente al modelo “V y M, c/Int.”

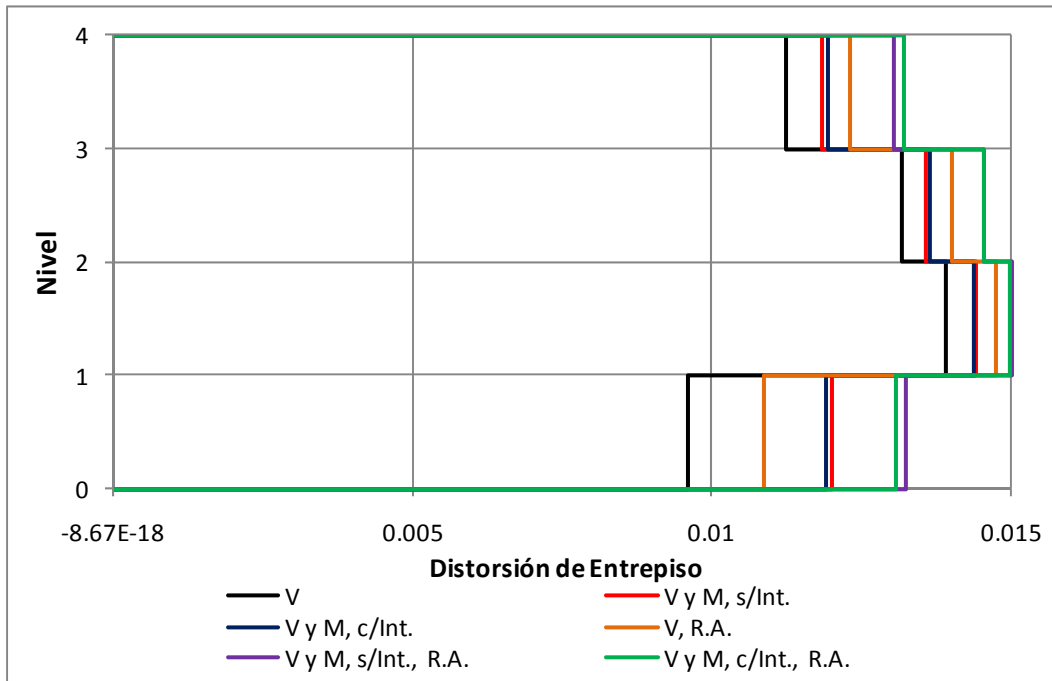


Figura 4.251 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

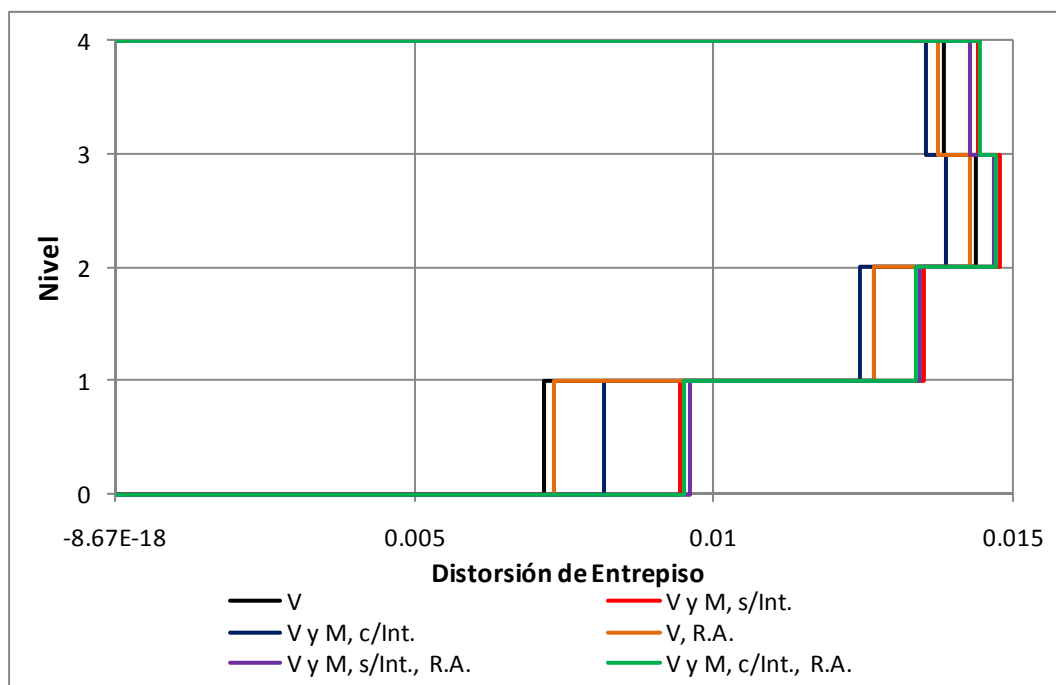


Figura 4.252 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

4.2.2.5 EDIFICIO DE CINCO NIVELES

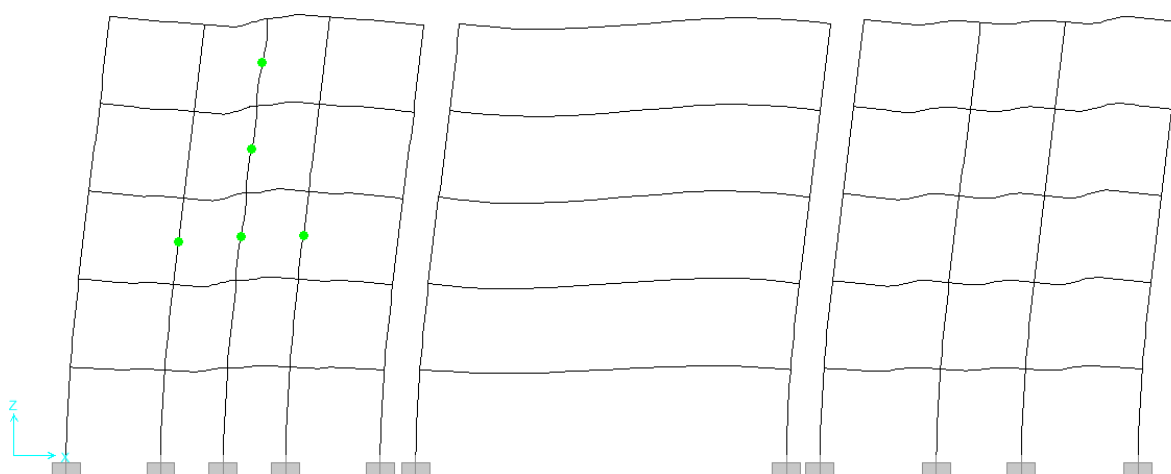


Figura 4.253 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

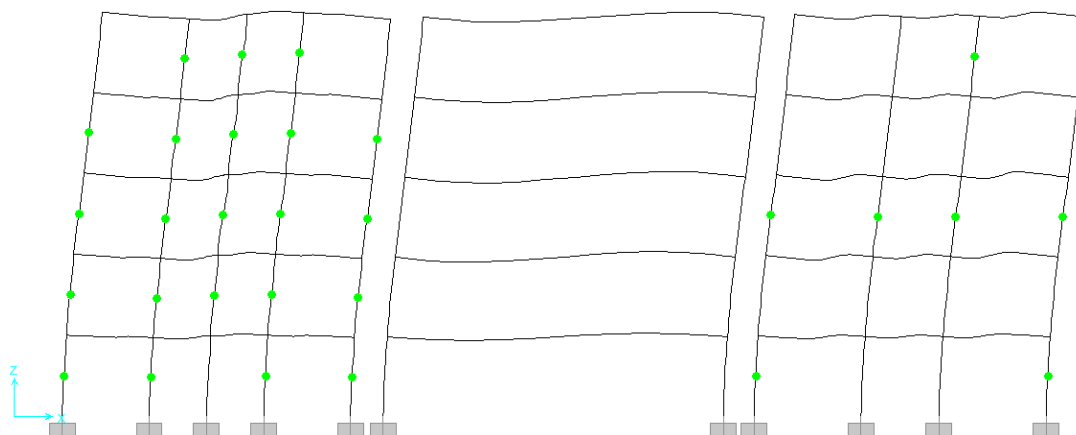


Figura 4.254 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

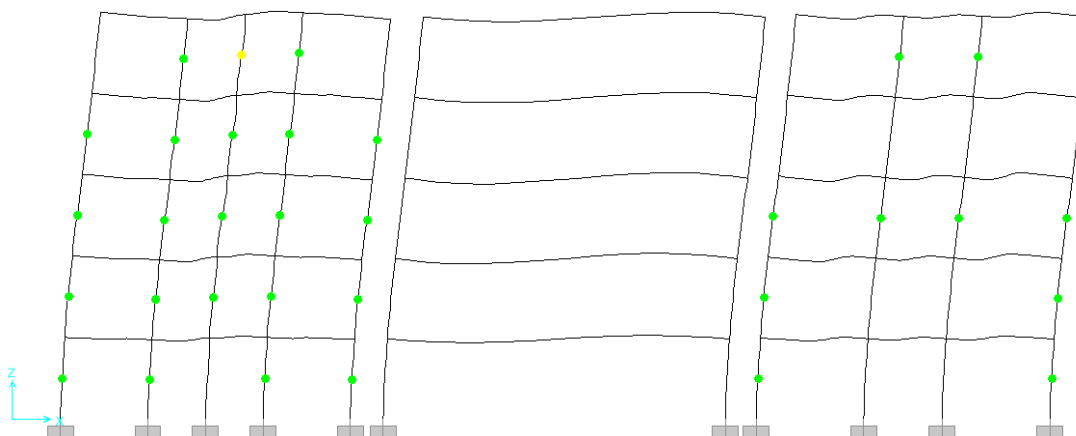


Figura 4.255 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

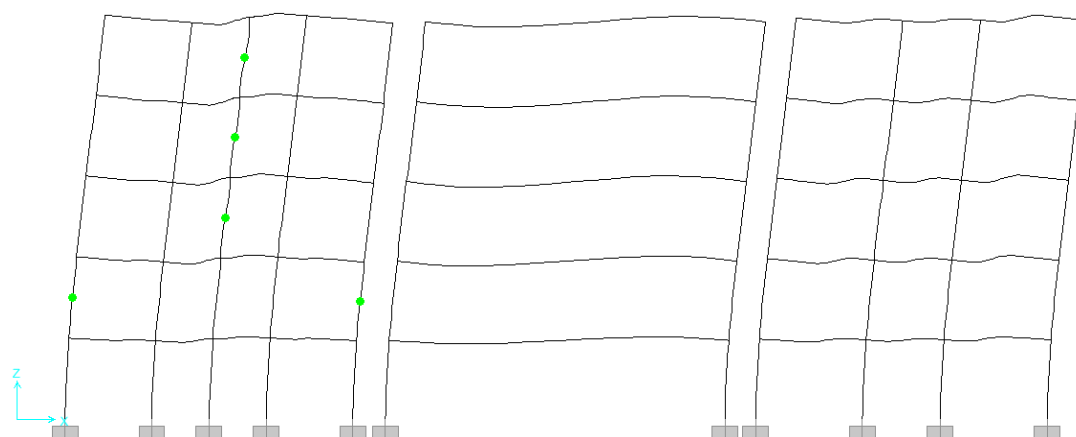


Figura 4.256 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

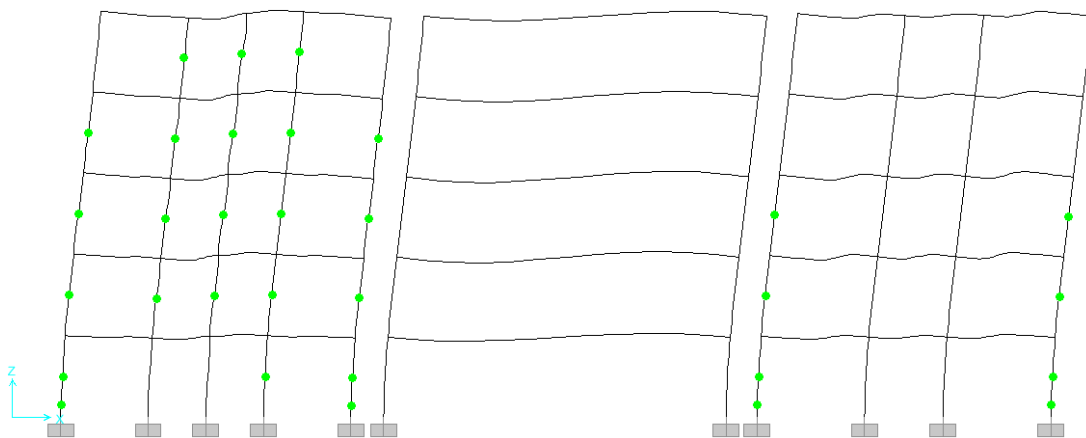


Figura 4.257 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo “V y M s/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

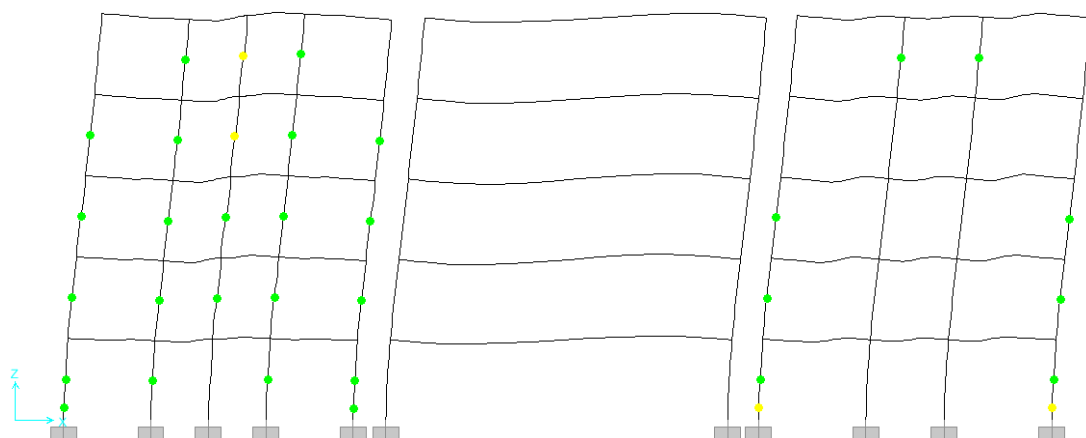


Figura 4.258 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo “V y M s/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

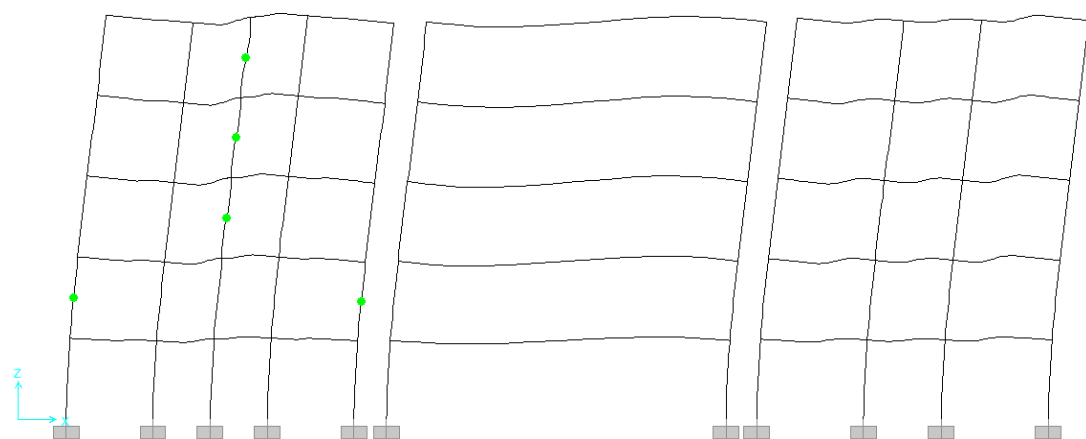


Figura 4.259 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V y M c/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

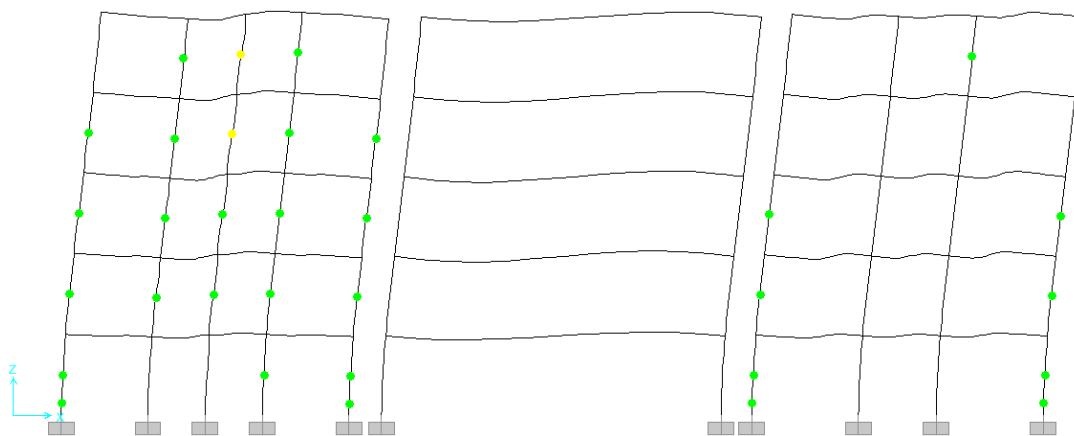


Figura 4.260 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

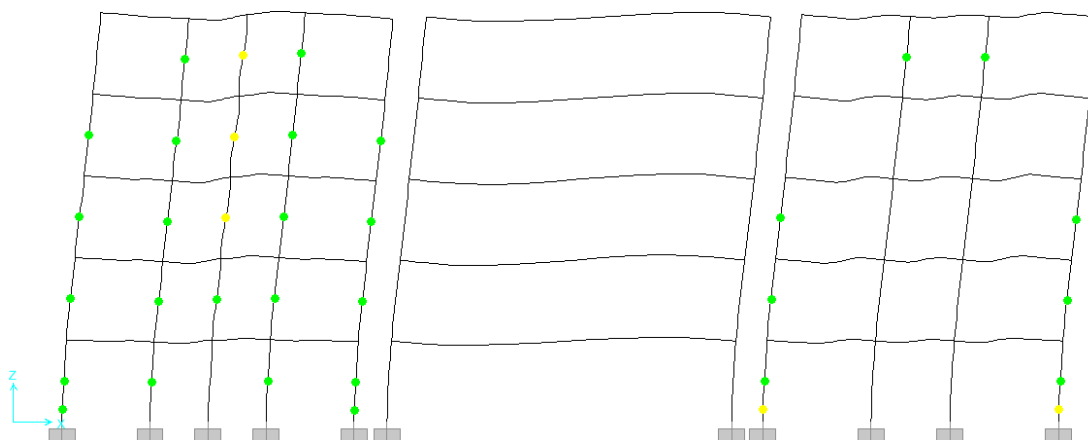


Figura 4.261 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

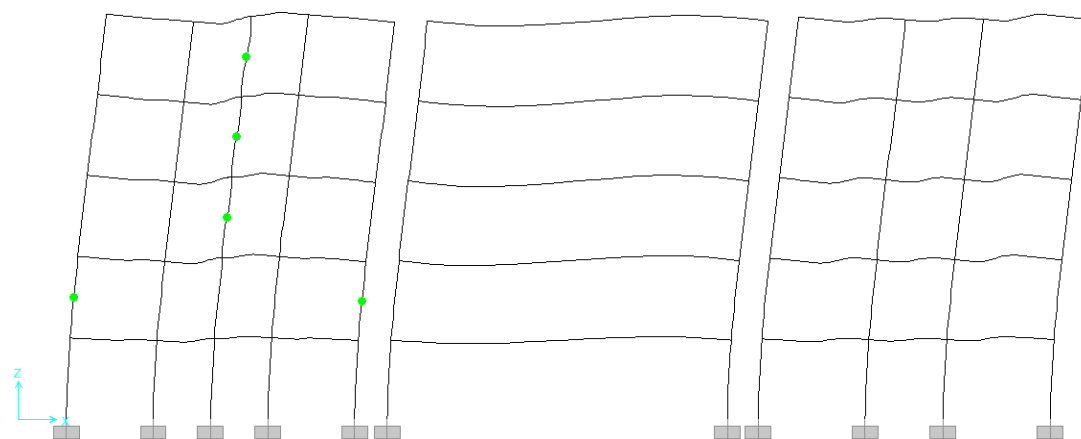


Figura 4.262 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

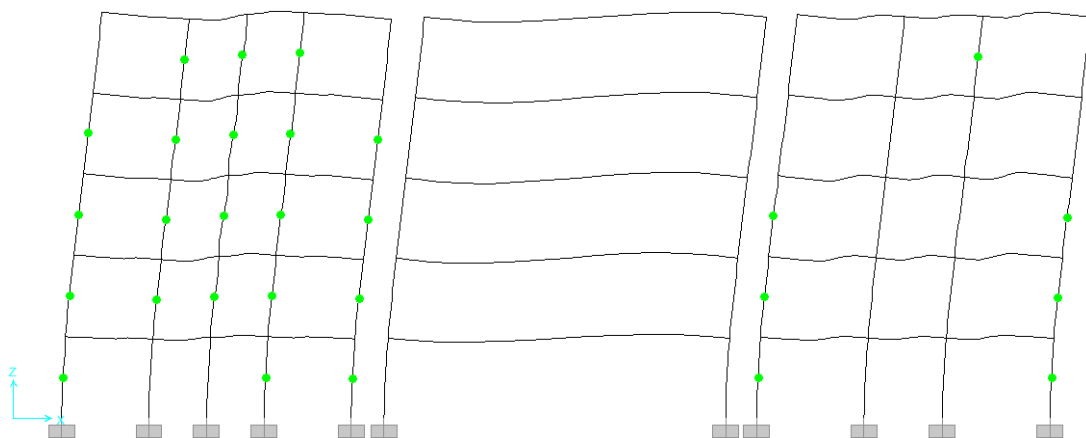


Figura 4.263 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

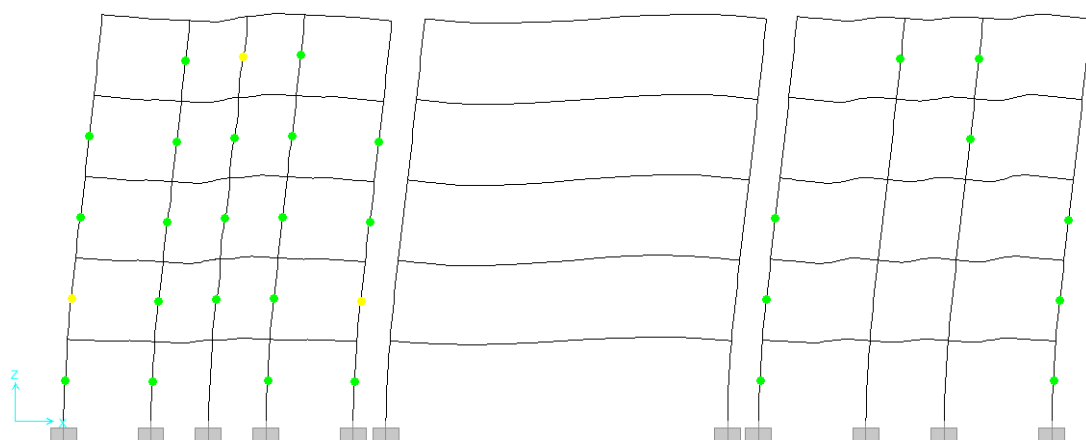


Figura 4.264 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

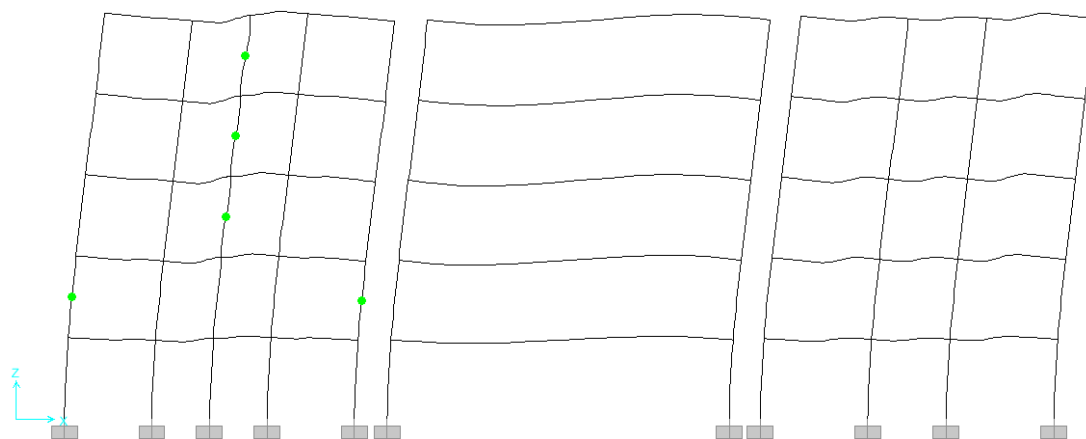


Figura 4.265 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

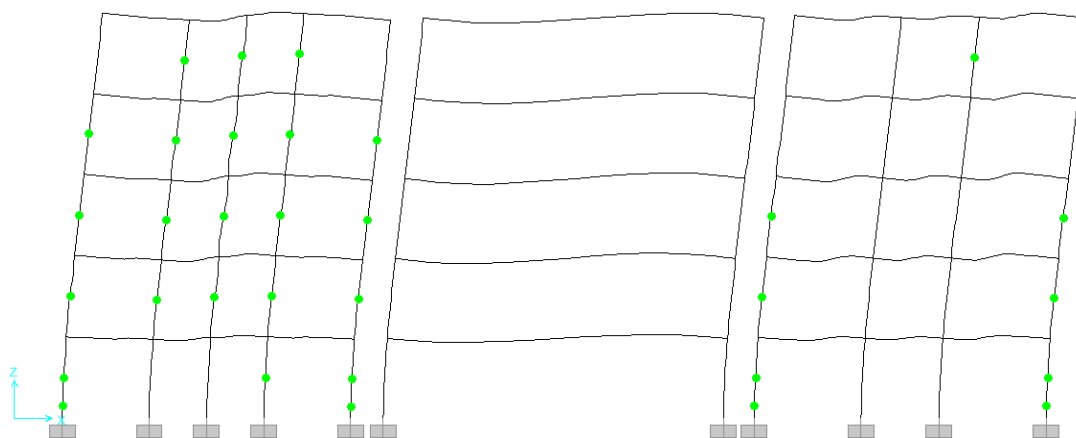


Figura 4.266 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México



Figura 4.267 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

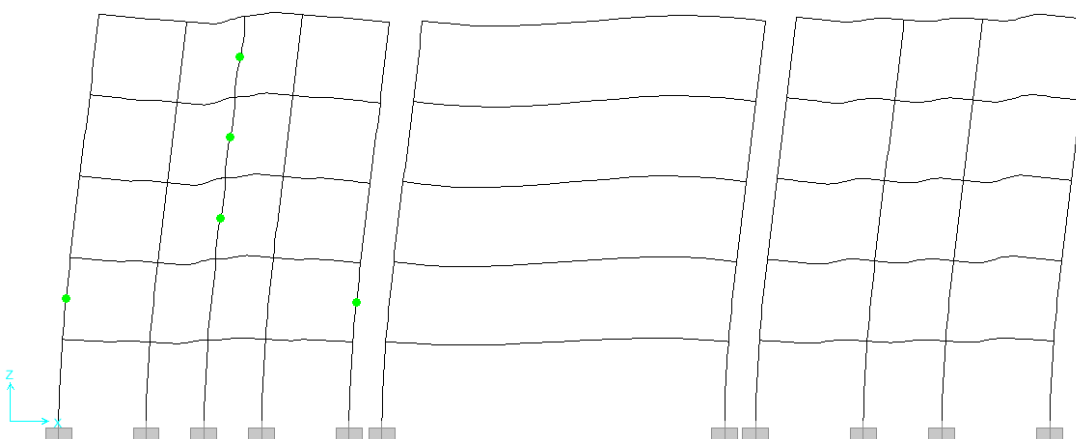


Figura 4.268 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

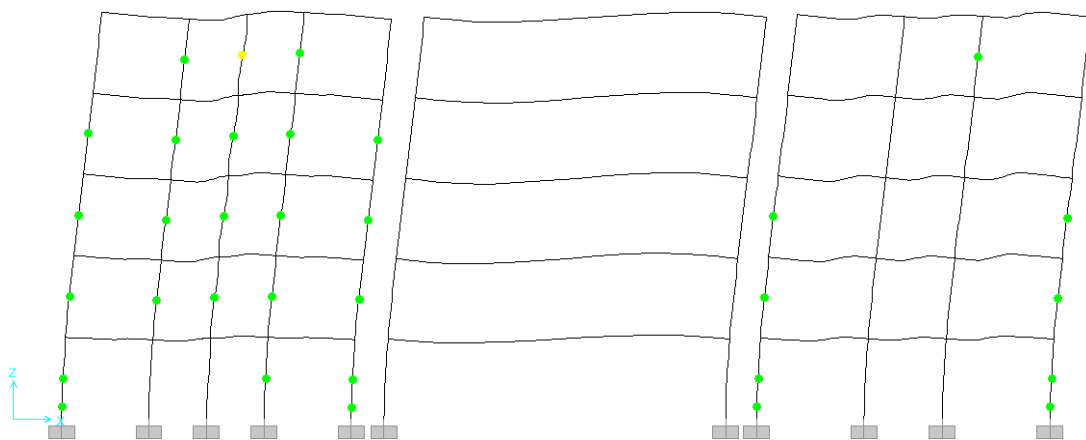


Figura 4.269 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

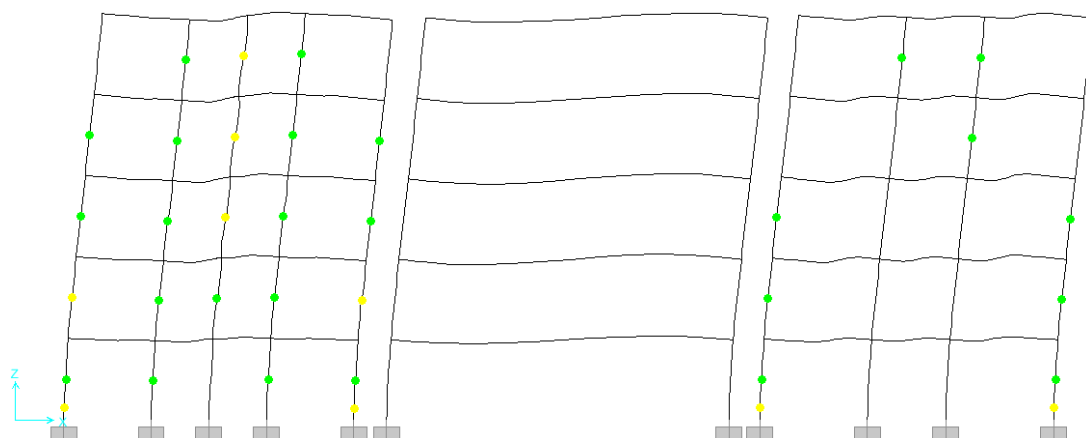


Figura 4.270 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

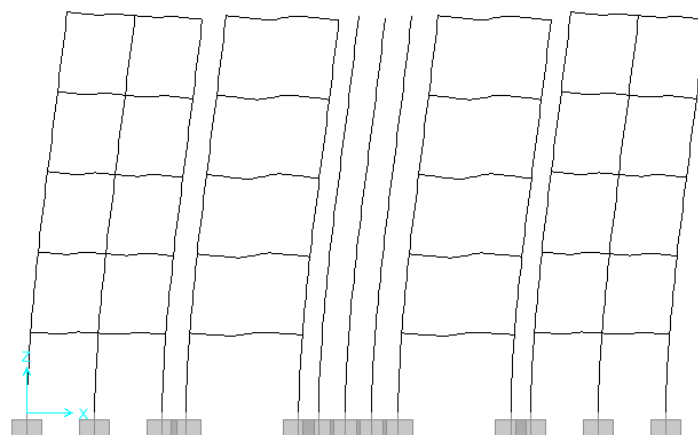


Figura 4.271 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

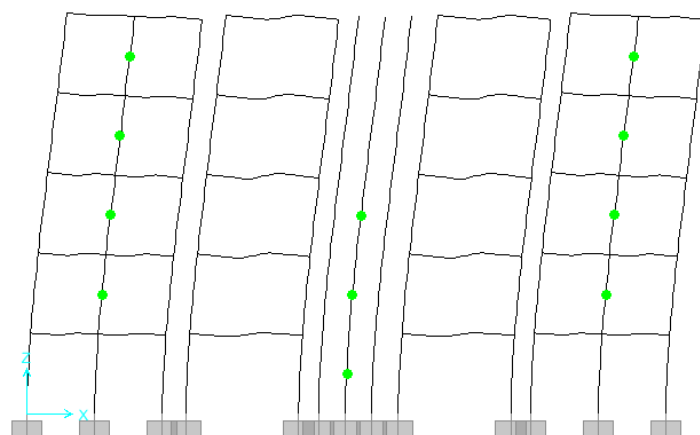


Figura 4.272 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

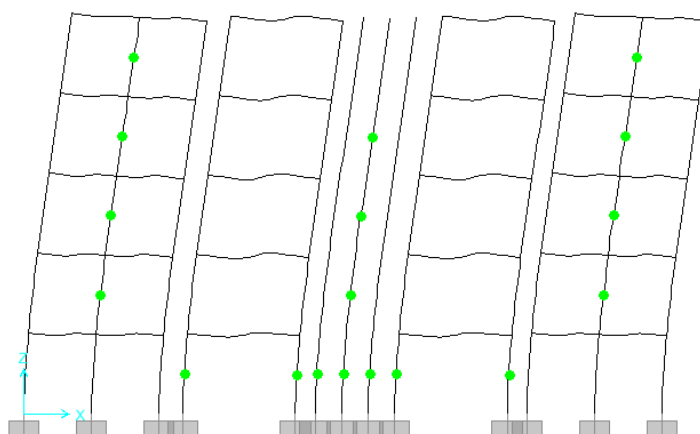


Figura 4.273 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

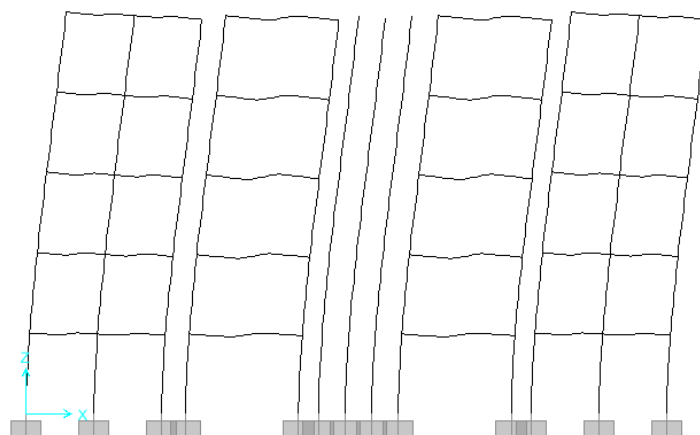


Figura 4.274 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

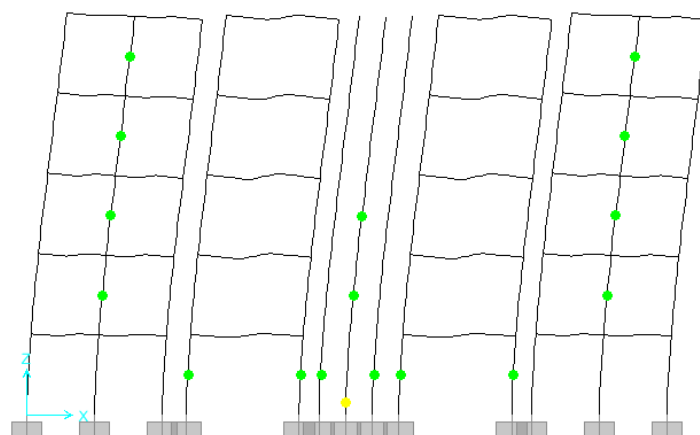


Figura 4.275 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

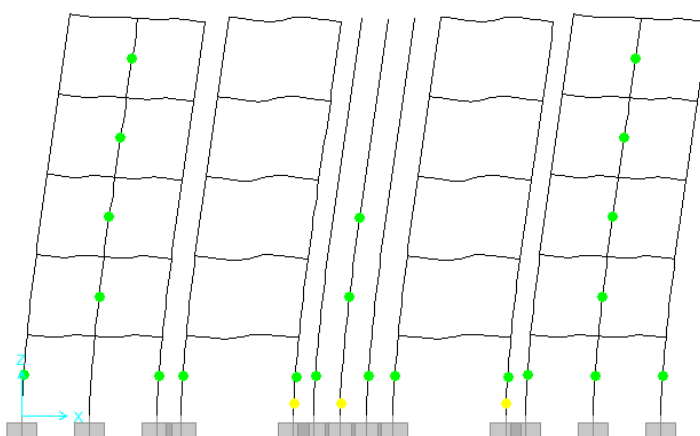


Figura 4.276 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

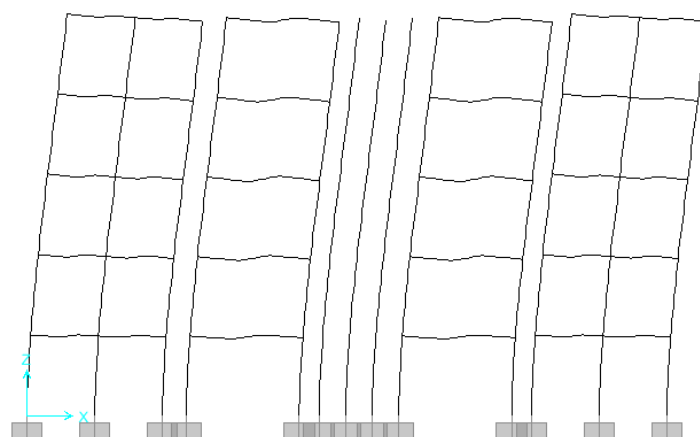


Figura 4.277 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

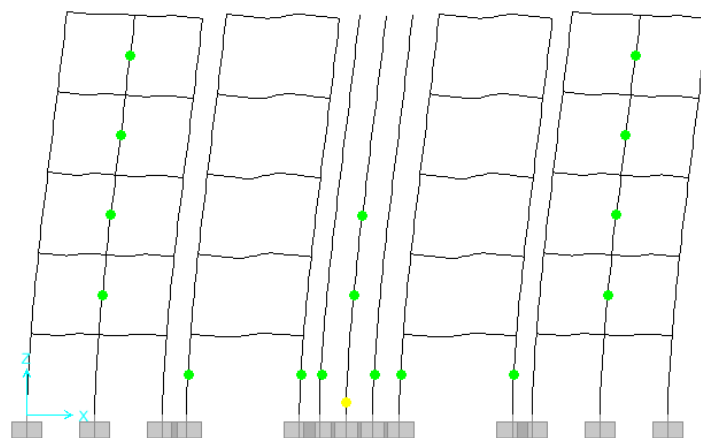


Figura 4.278 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

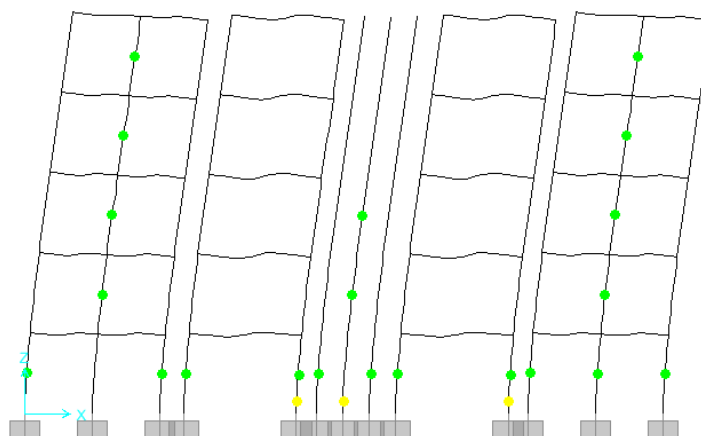


Figura 4.279 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

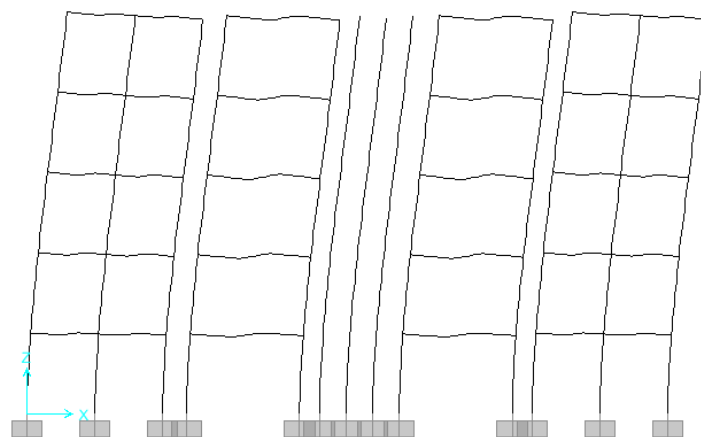


Figura 4.280 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

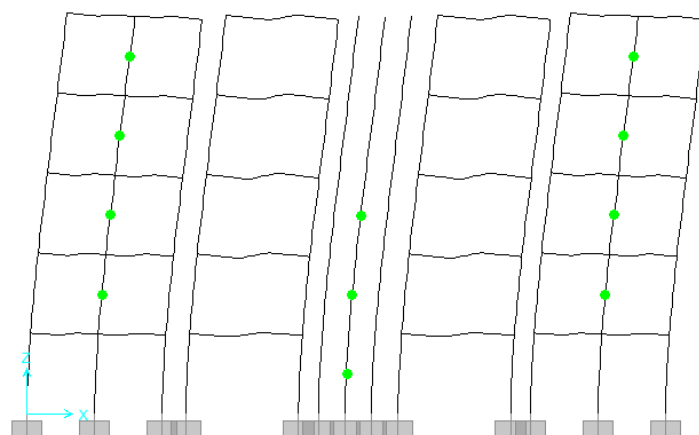


Figura 4.281 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

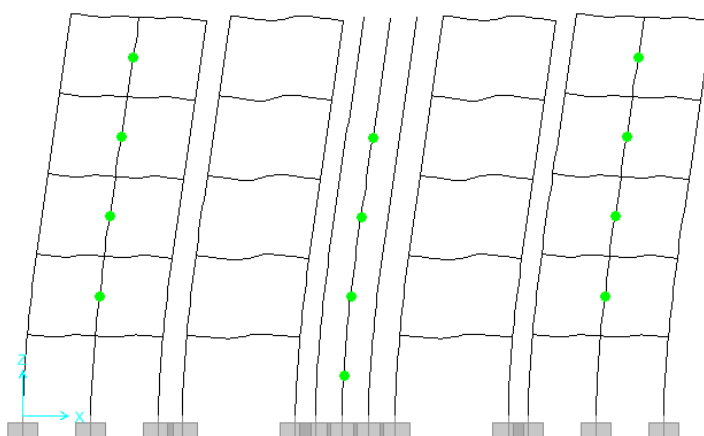


Figura 4.282 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

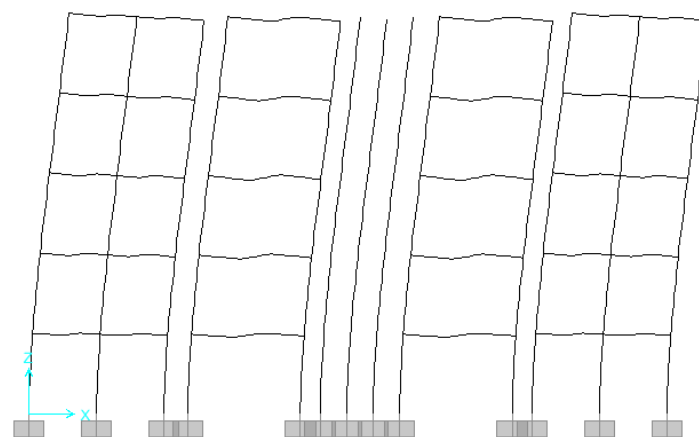


Figura 4.283 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

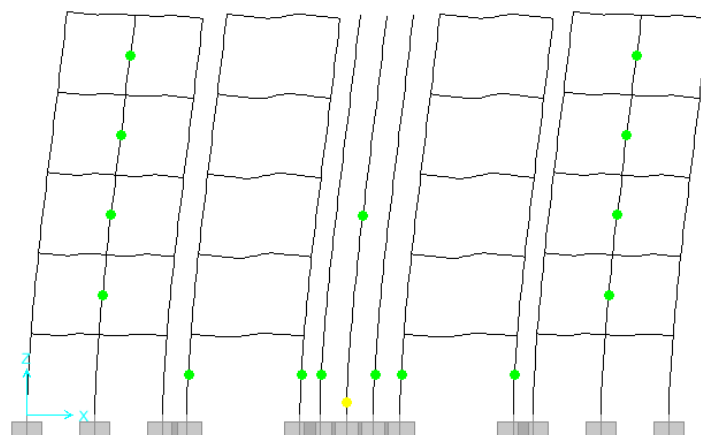


Figura 4.284 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

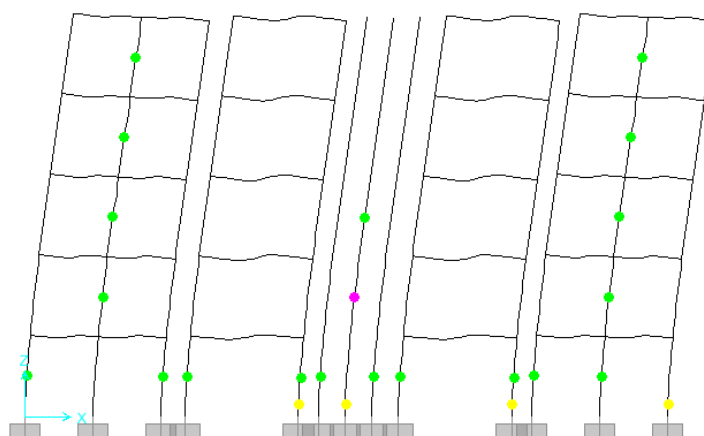


Figura 4.285 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

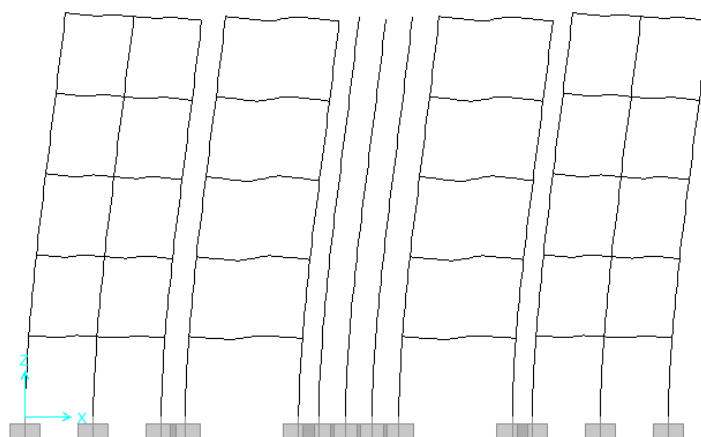


Figura 4.286 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

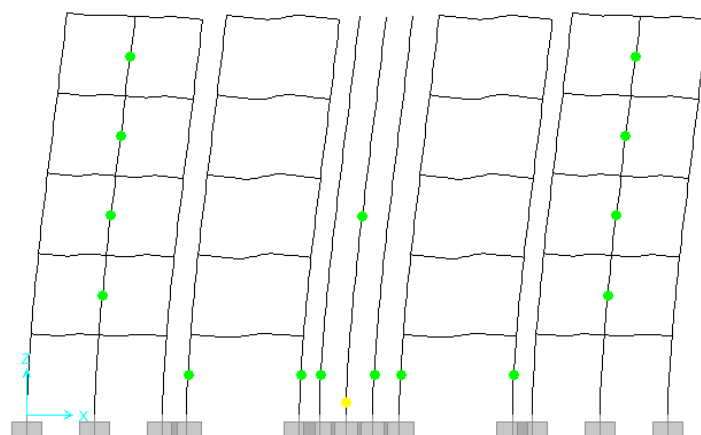


Figura 4.287 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

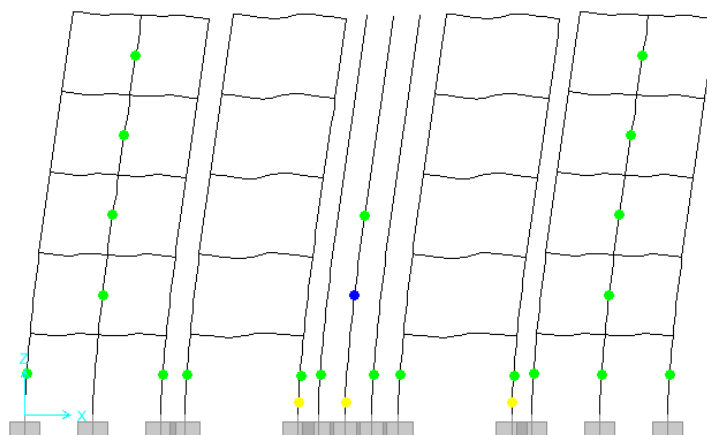
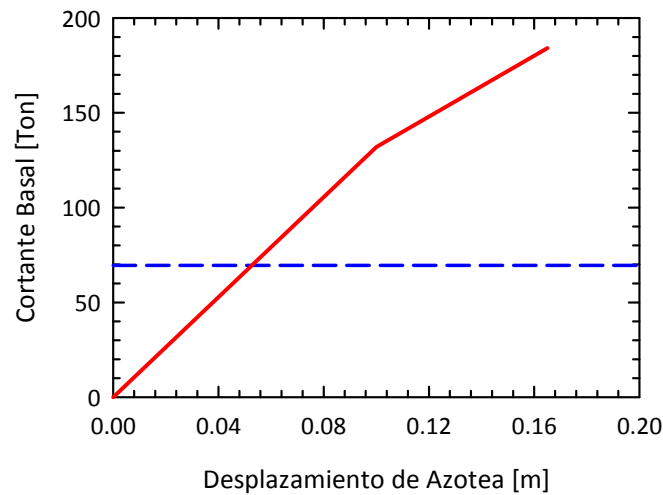
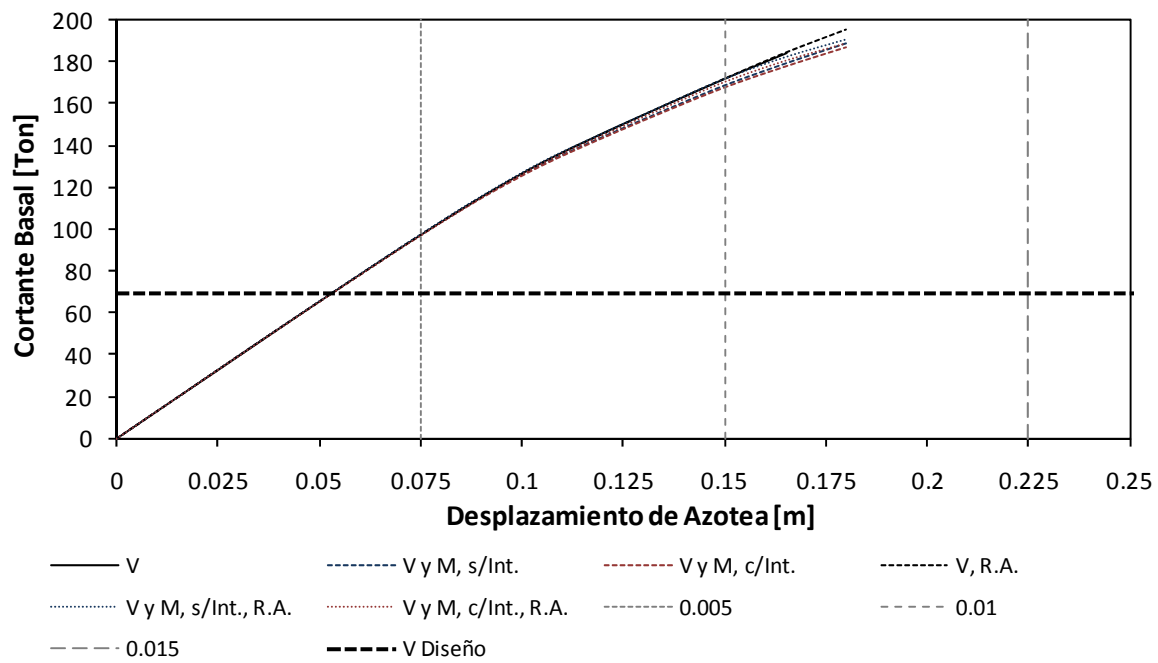


Figura 4.288 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México



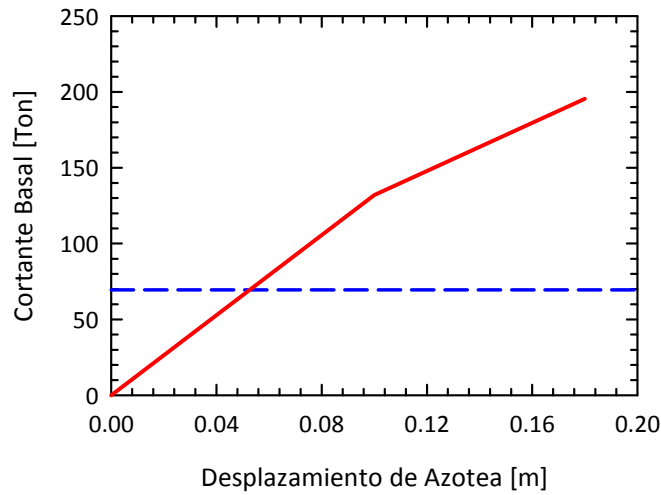


Figura 4.291 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente al modelo "V, R.A."

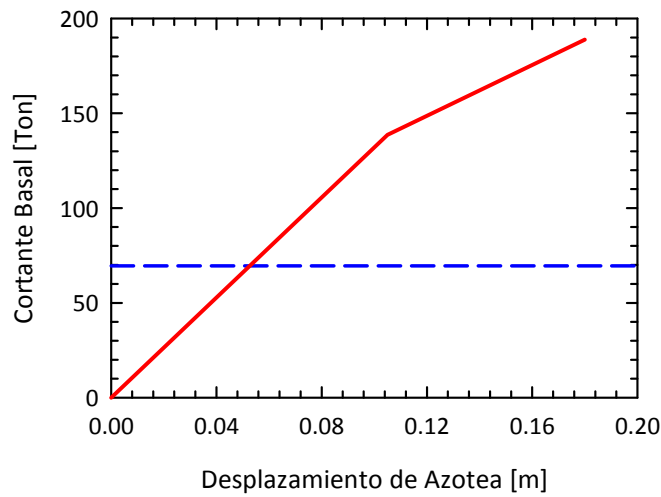


Figura 4.292 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos "V y M, s/Int.", "V y M, c/Int.", "V y M, s/Int., R.A." y "V y M, c/Int., R.A."

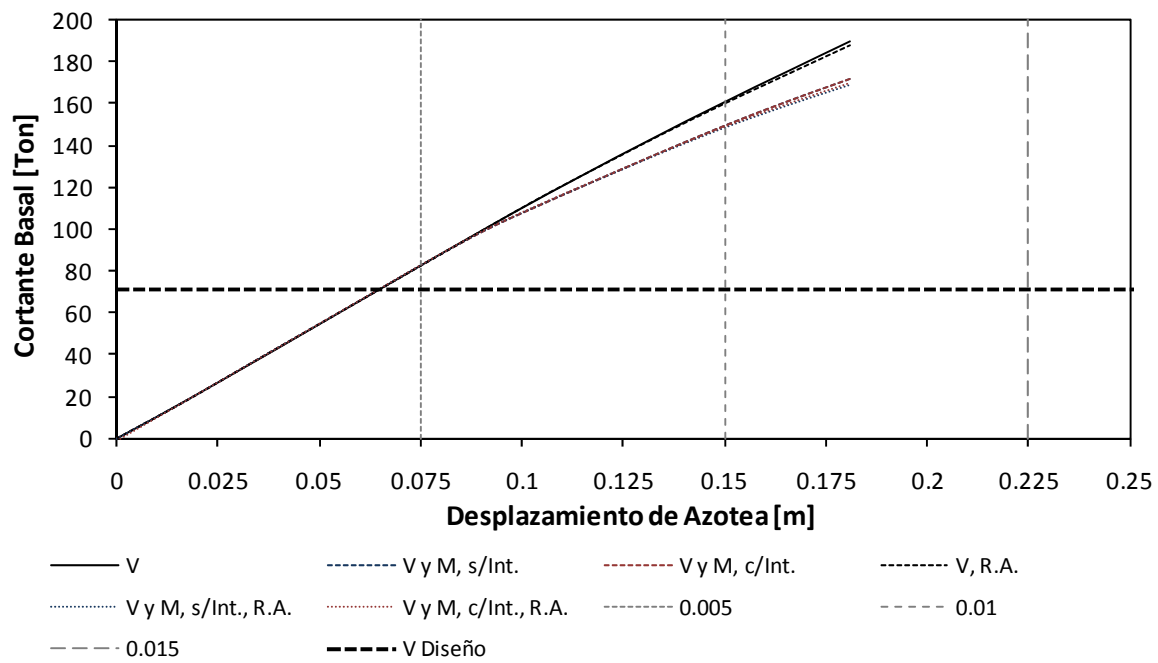


Figura 4.293 - Curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

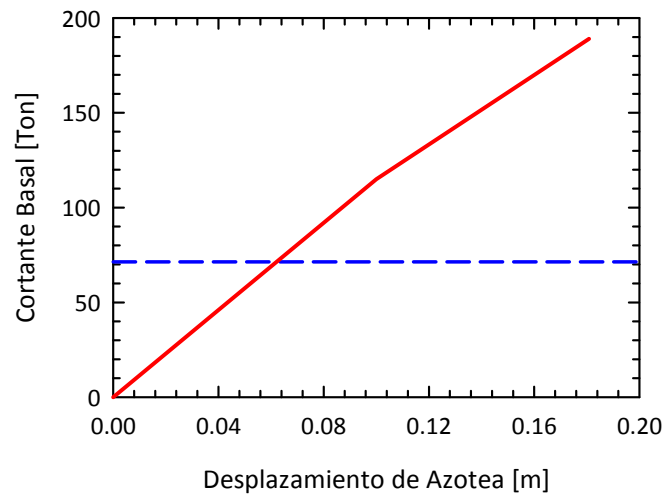


Figura 4.294 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V” y “V, R.A.”

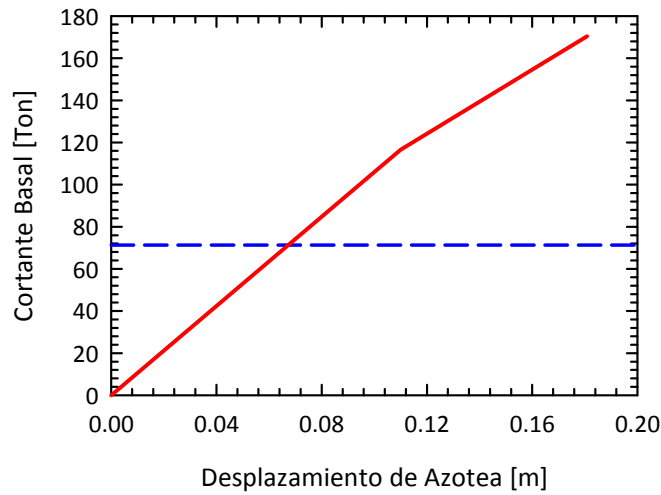


Figura 4.295 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.”, “V y M, c/Int.”, “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

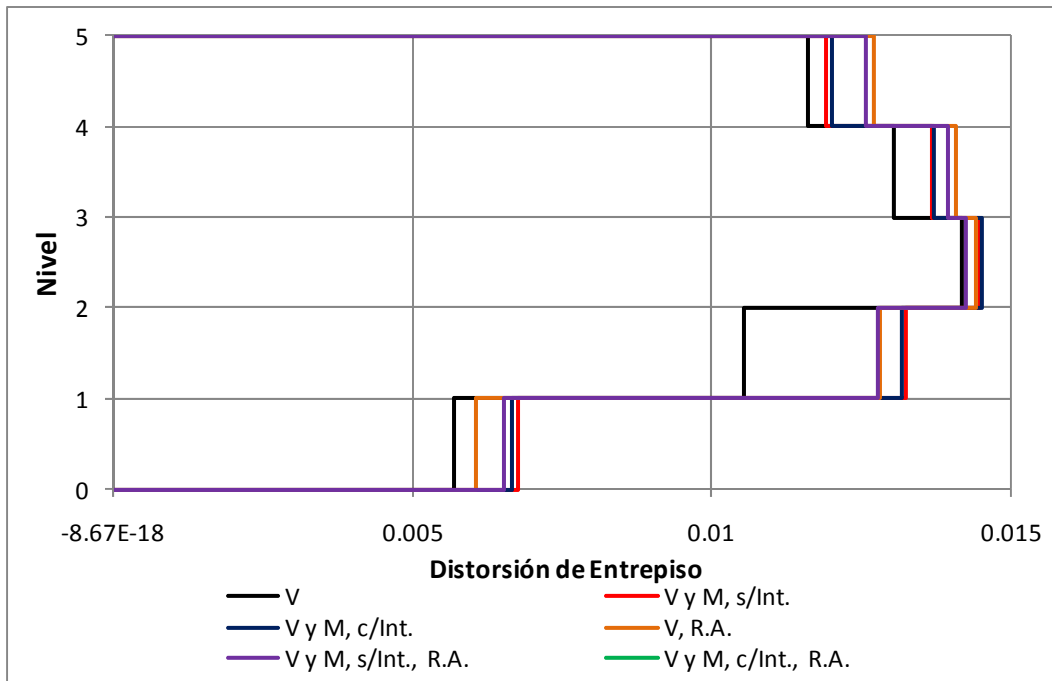


Figura 4.296 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

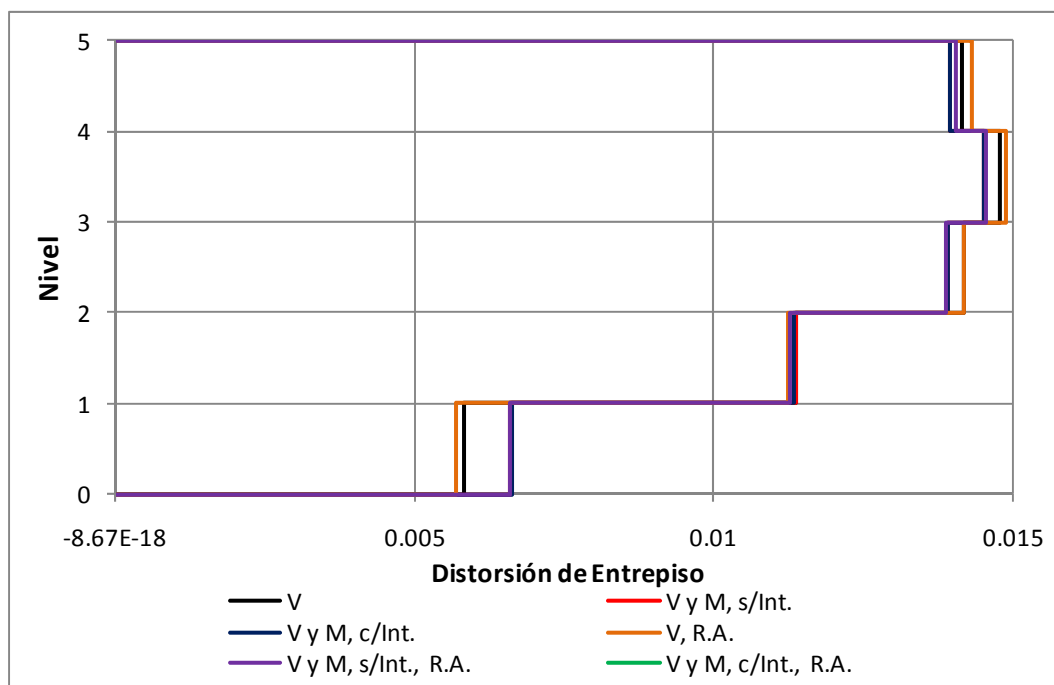


Figura 4.297 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

4.2.2.6 EDIFICIO DE SEIS NIVELES

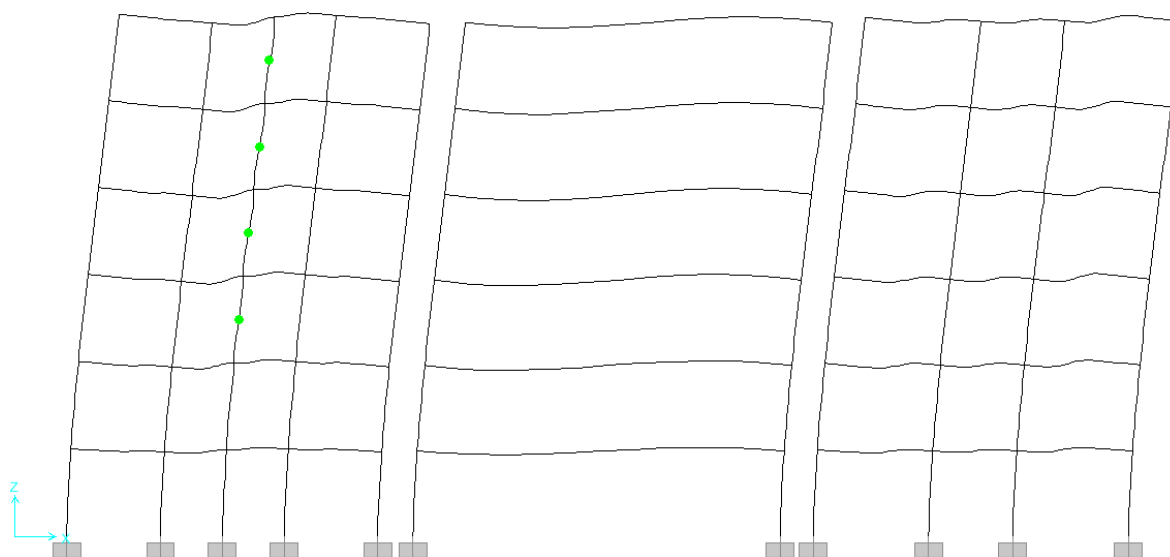


Figura 4.298 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

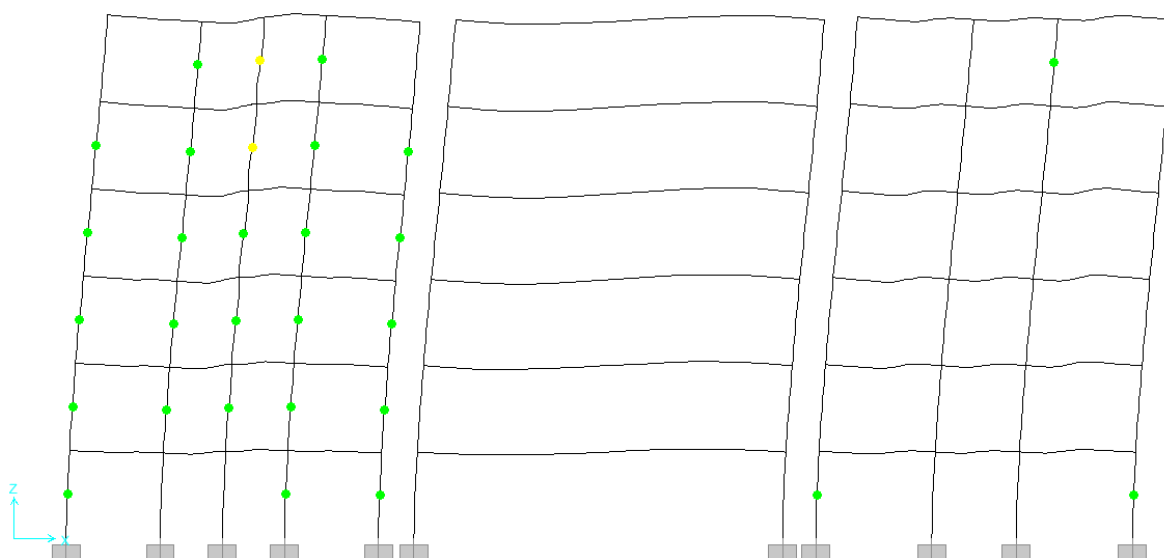


Figura 4.299 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

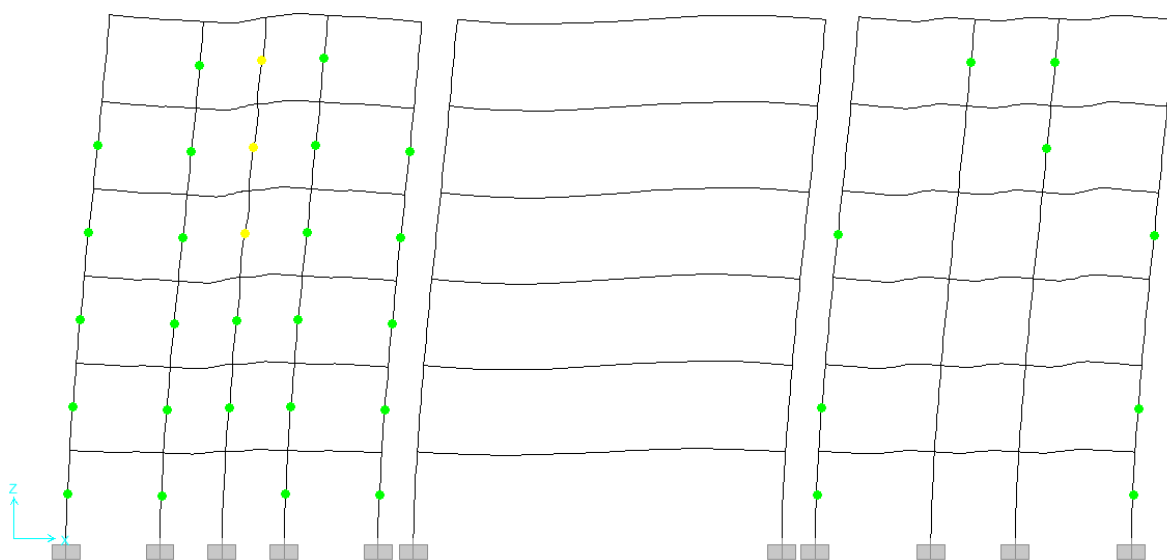


Figura 4.300 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

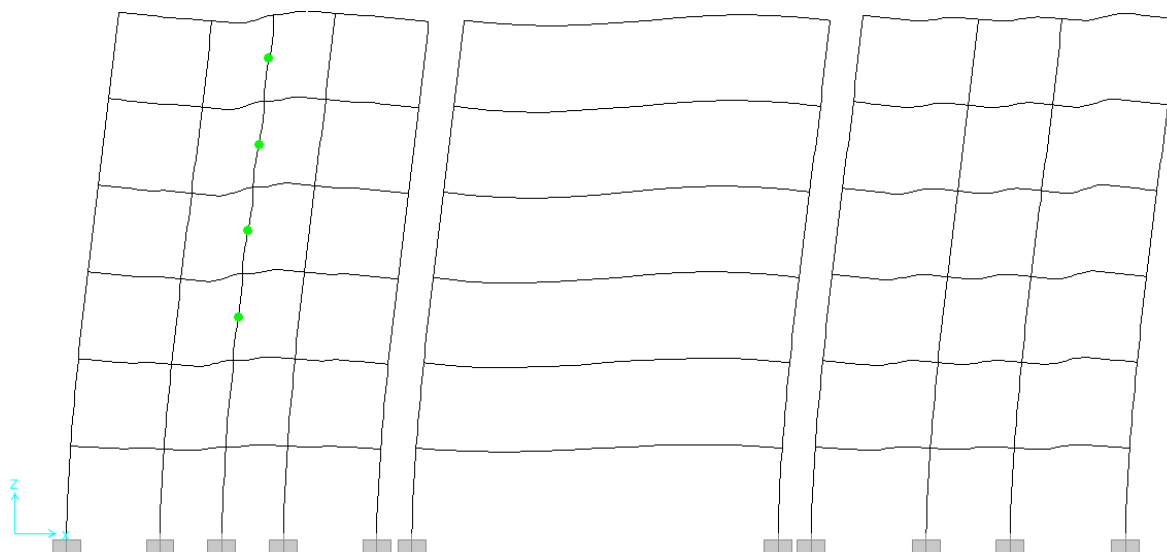


Figura 4.301 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

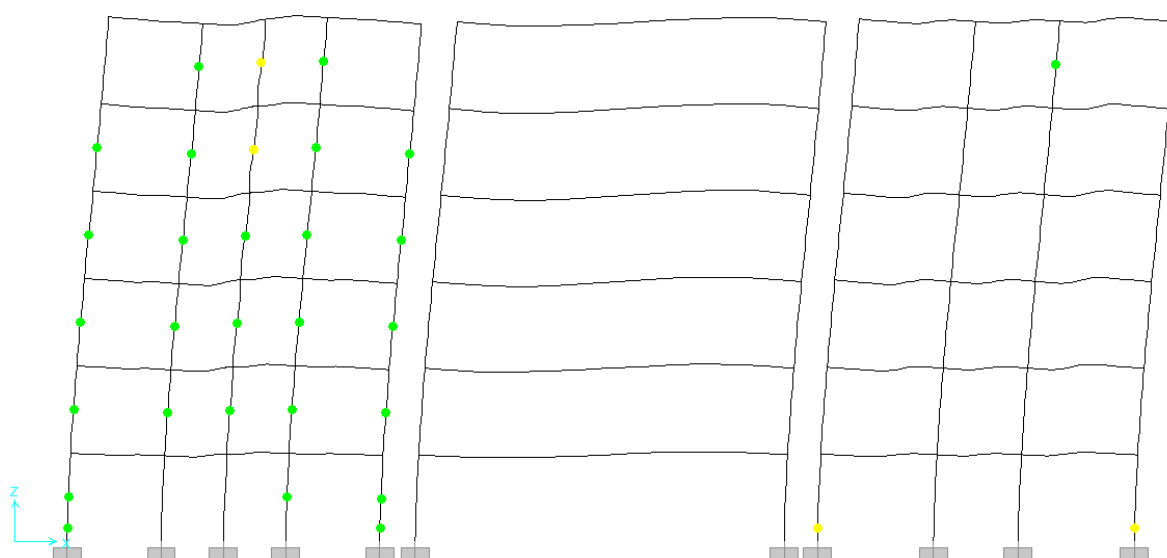


Figura 4.302 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

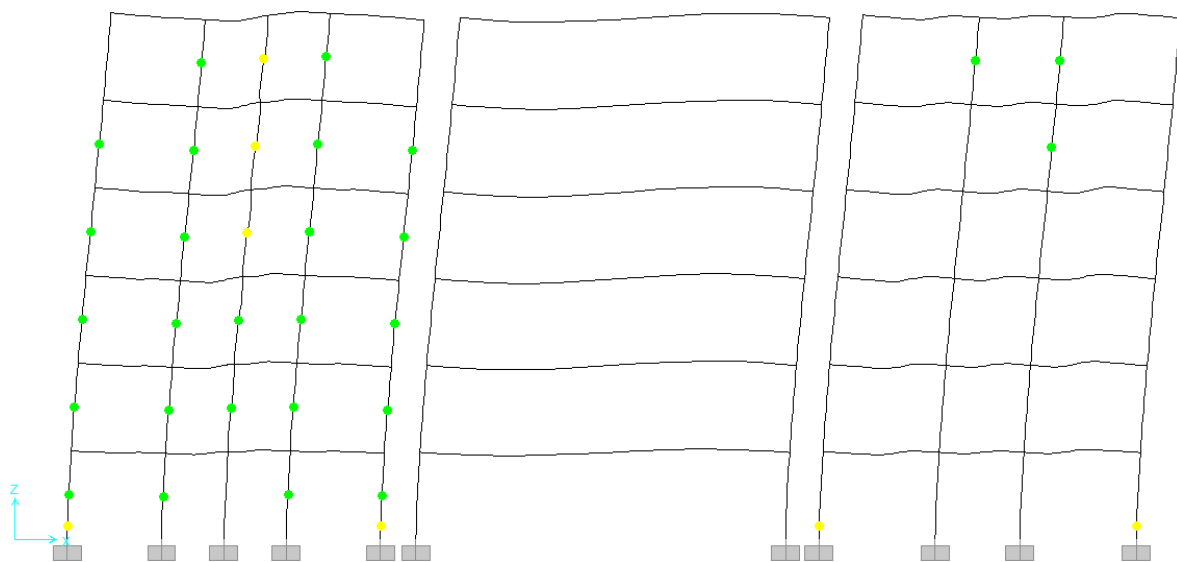


Figura 4.303 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo “V y M s/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

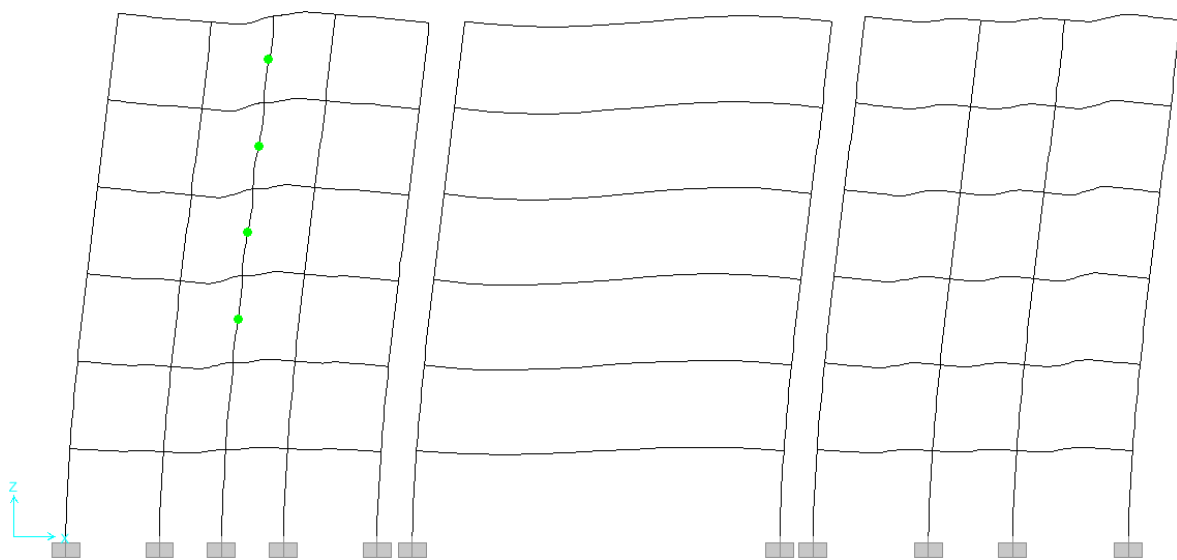


Figura 4.304 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V y M c/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

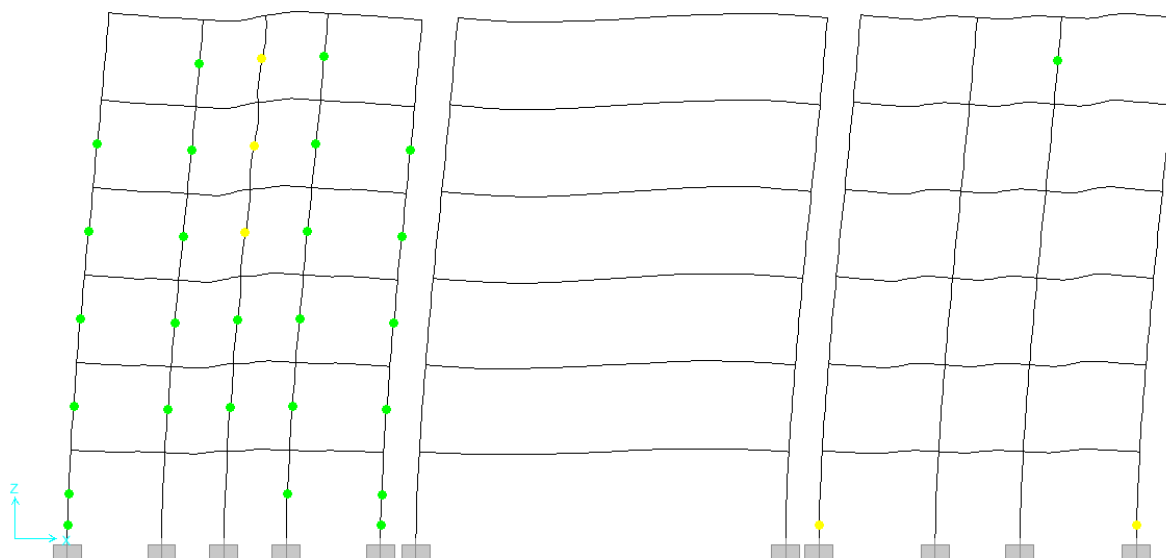


Figura 4.305 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

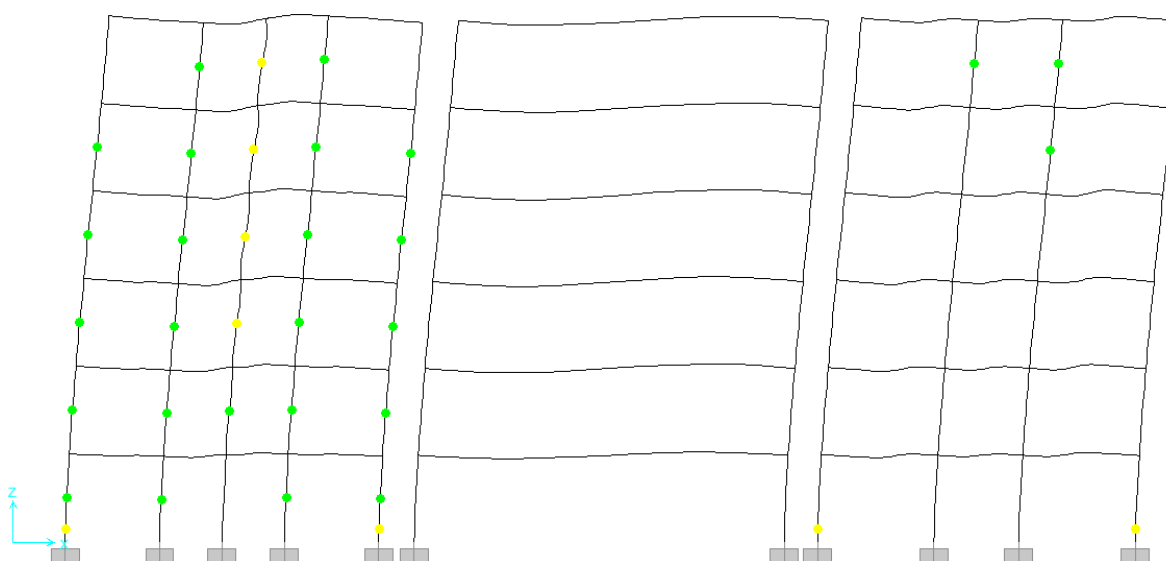


Figura 4.306 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

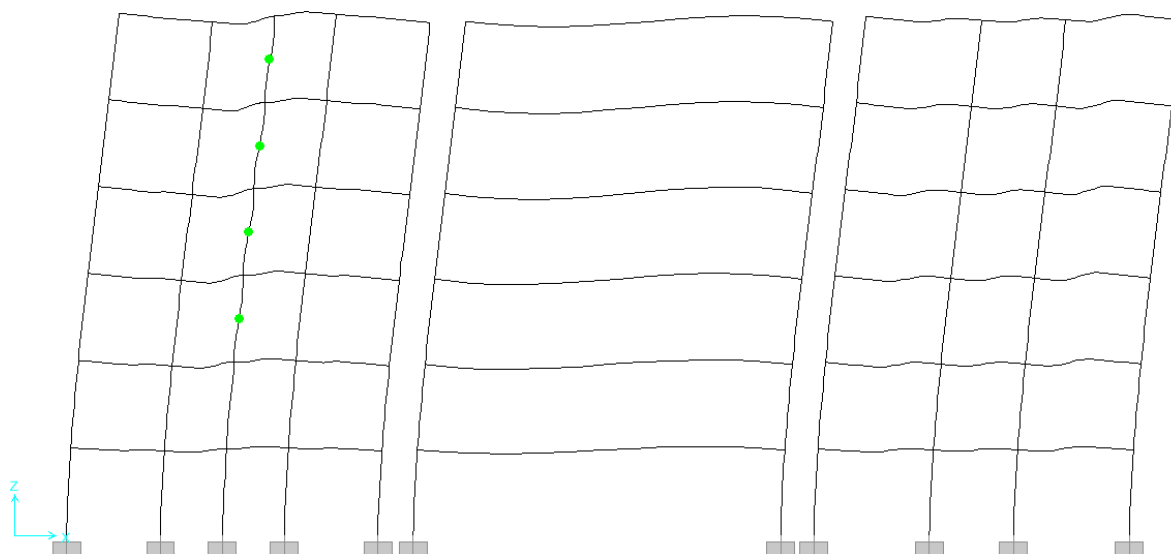


Figura 4.307 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

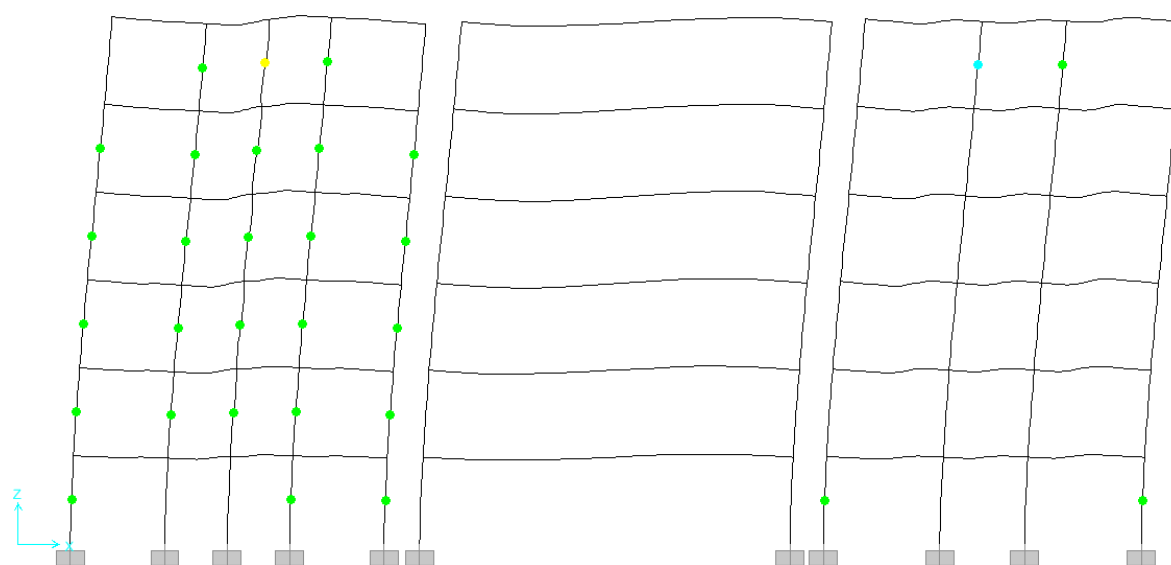


Figura 4.308 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

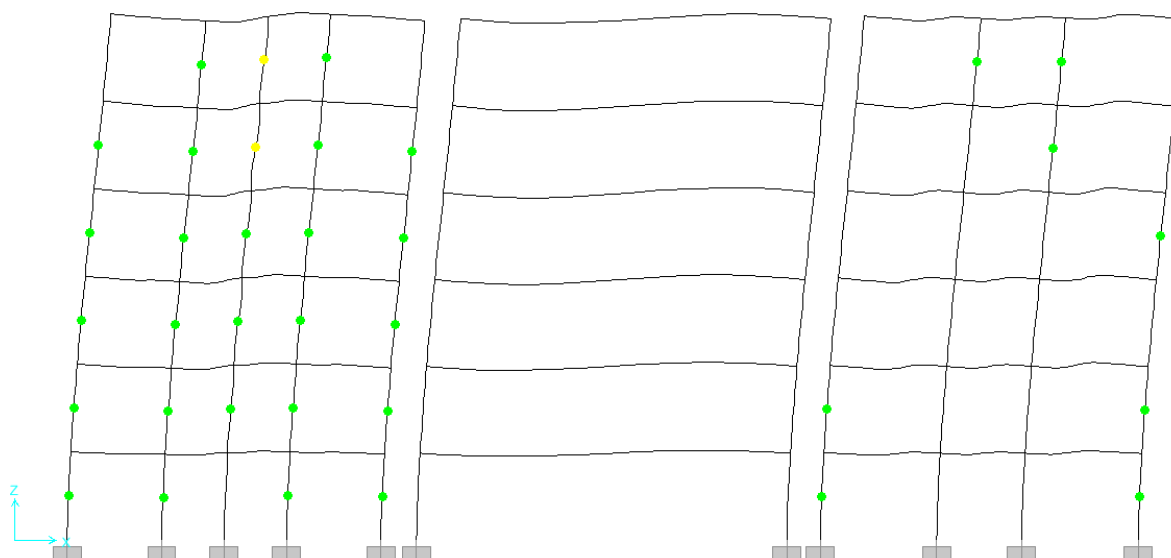


Figura 4.309 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo “V, R.A.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

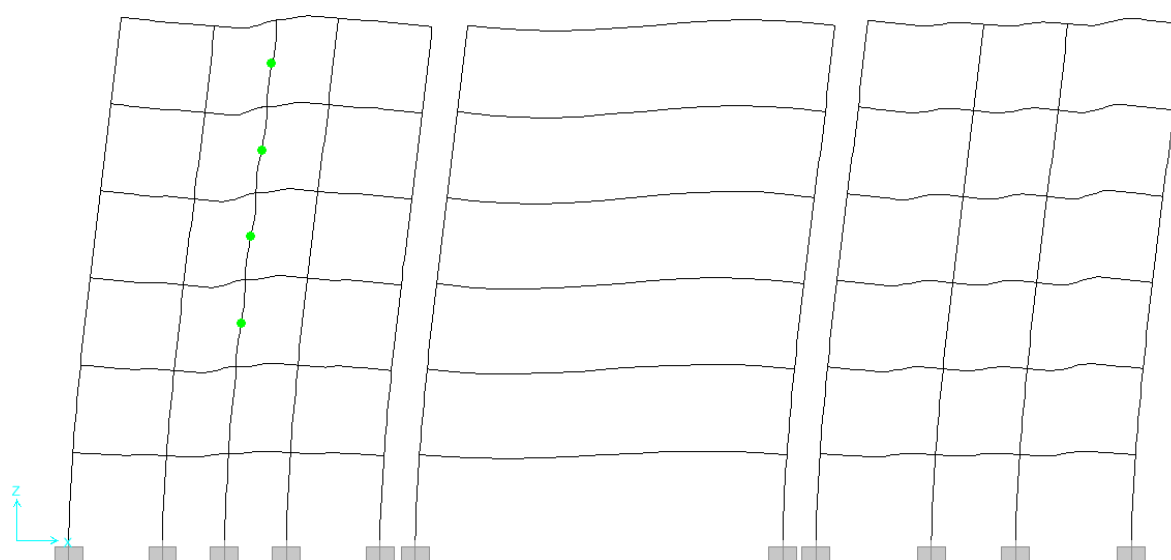


Figura 4.310 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V y M s/Int., R.A.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

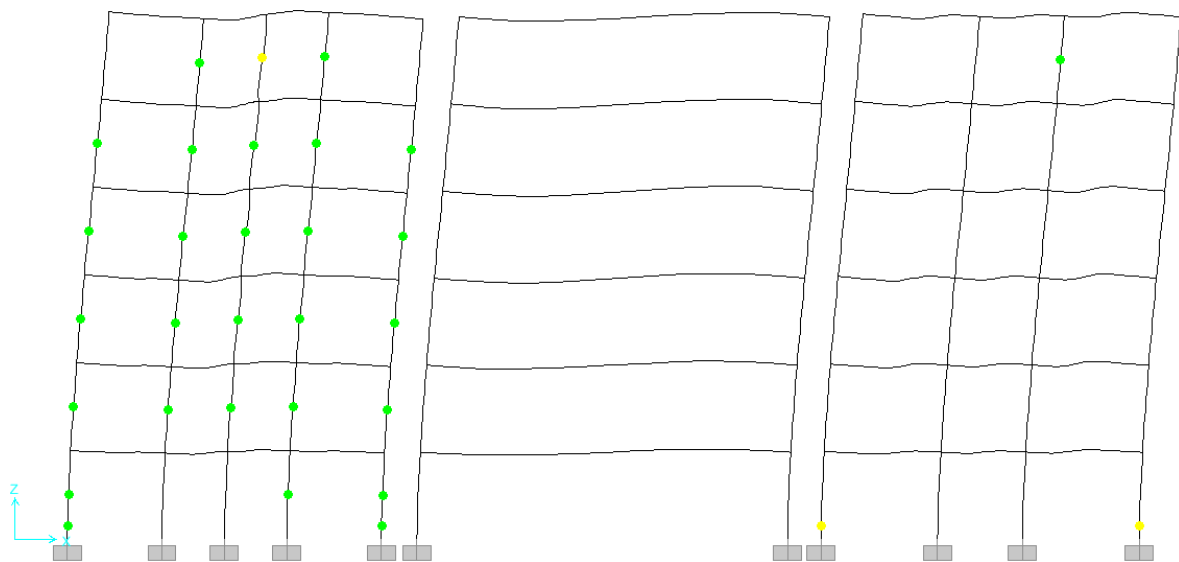


Figura 4.311 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo “V y M s/Int., R.A.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

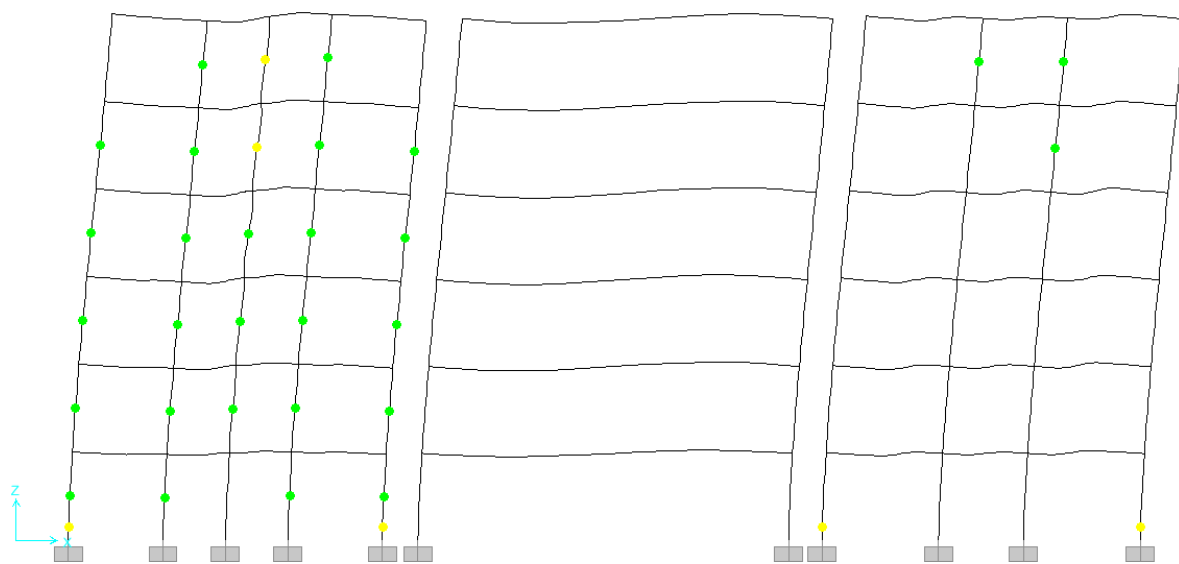


Figura 4.312 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo “V y M s/Int., R.A.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

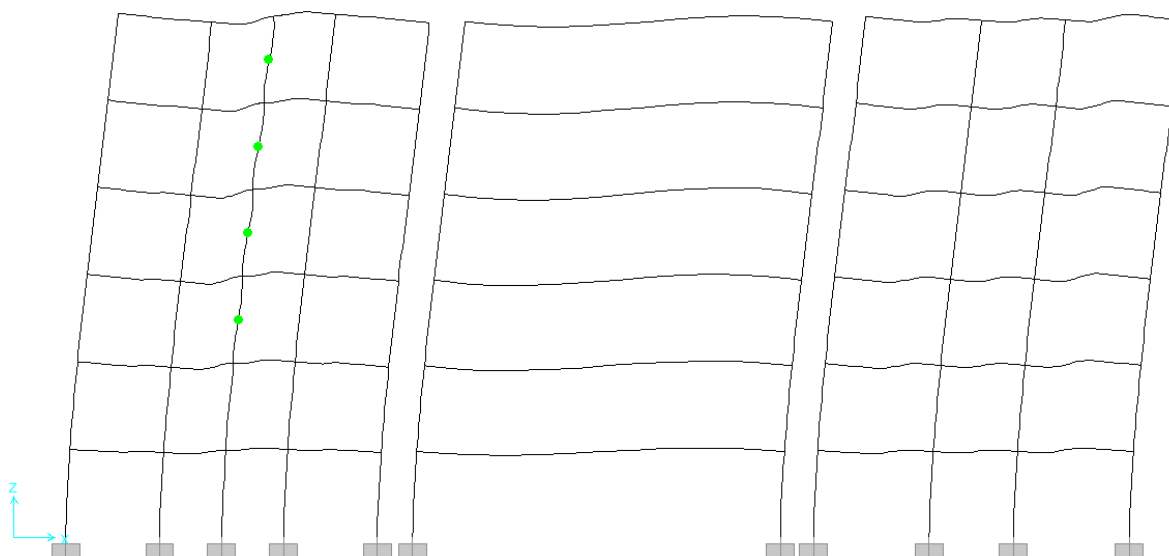


Figura 4.313 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

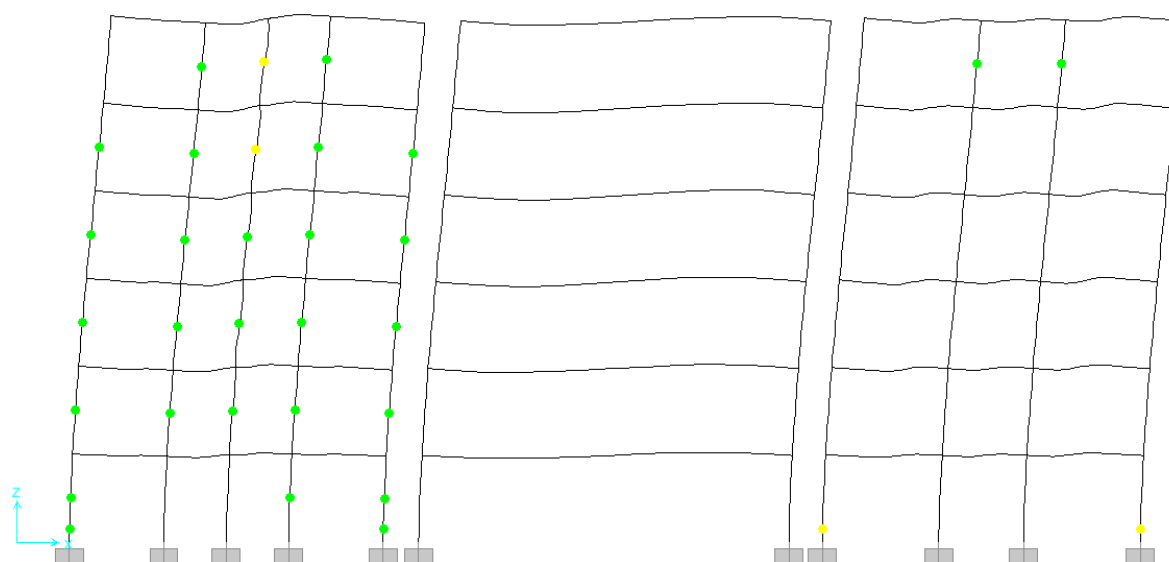


Figura 4.314 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

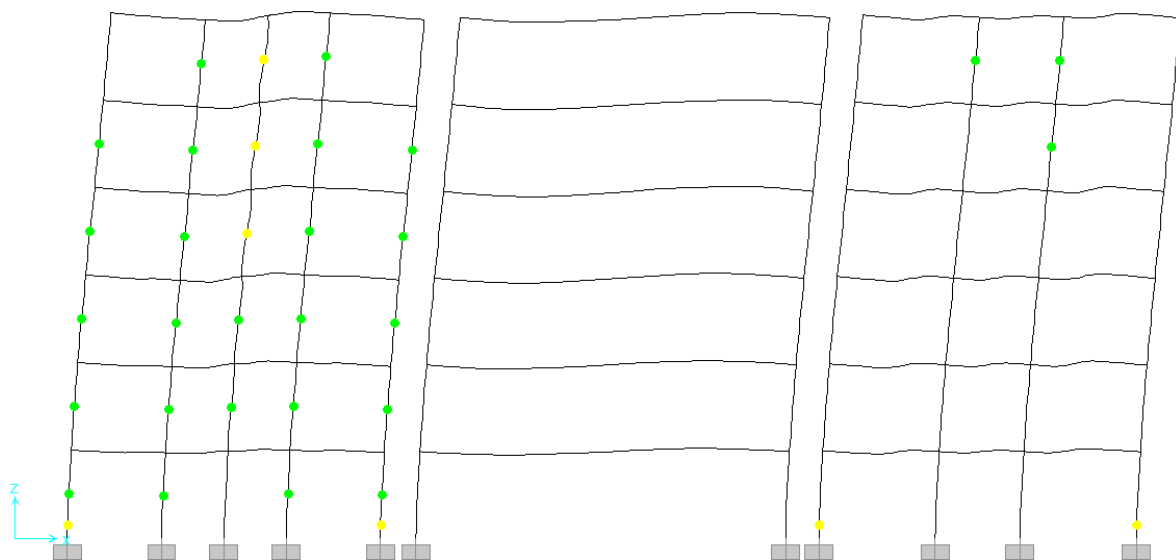


Figura 4.315 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

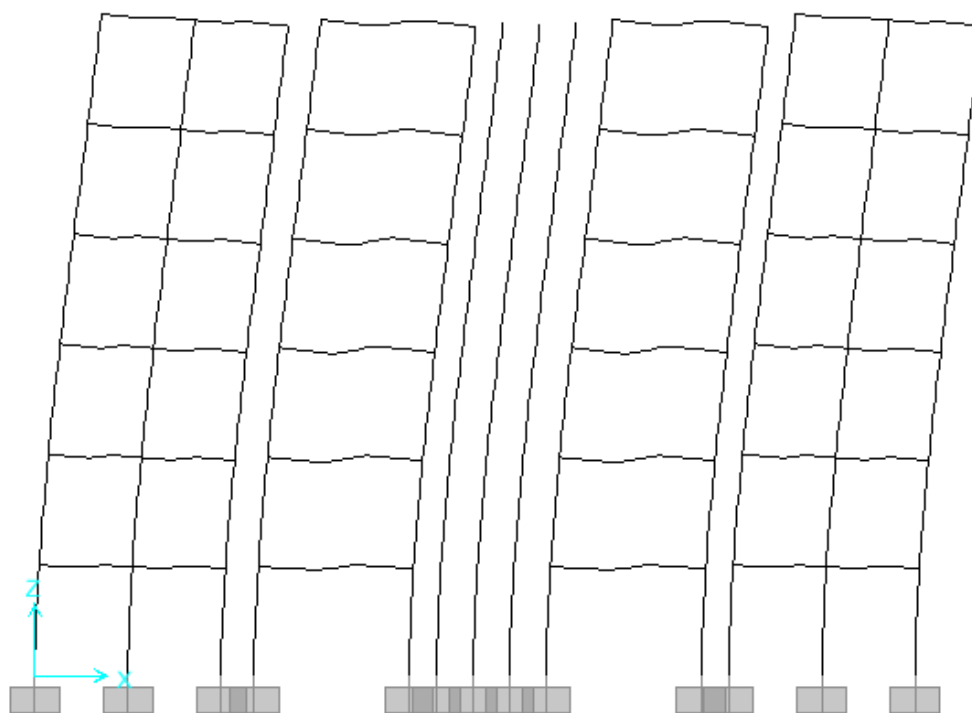


Figura 4.316 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

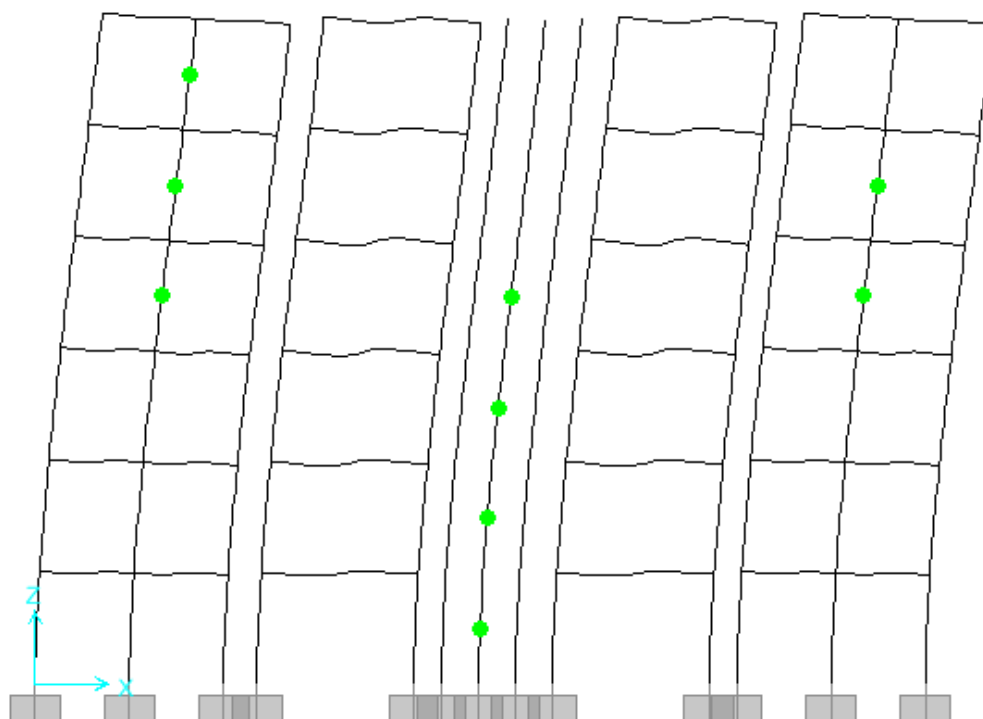


Figura 4.317 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

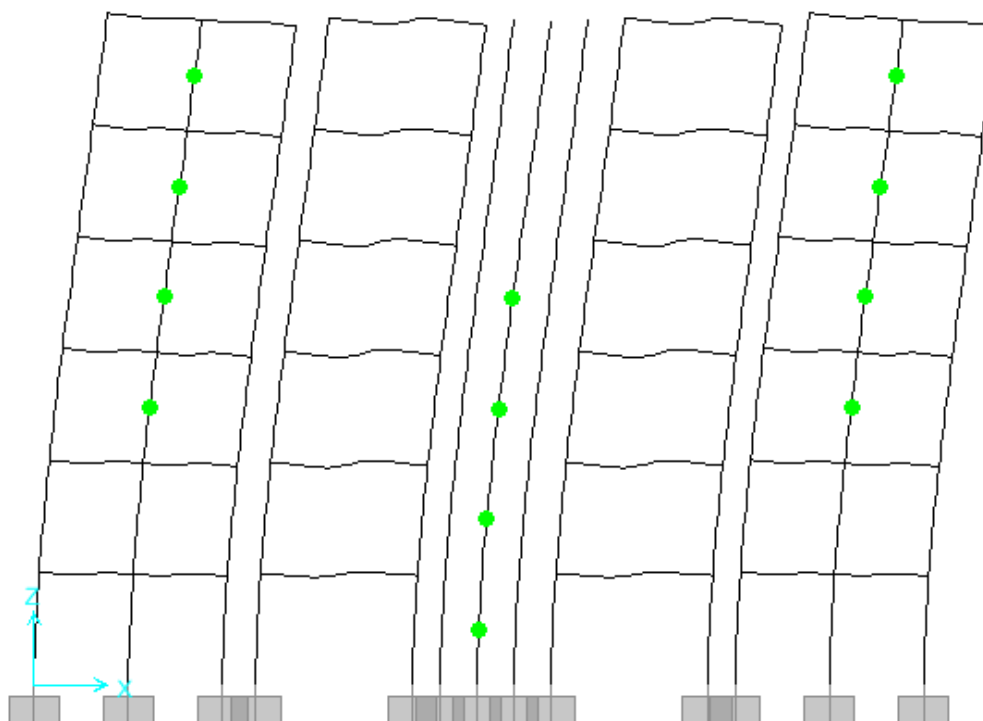


Figura 4.318 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

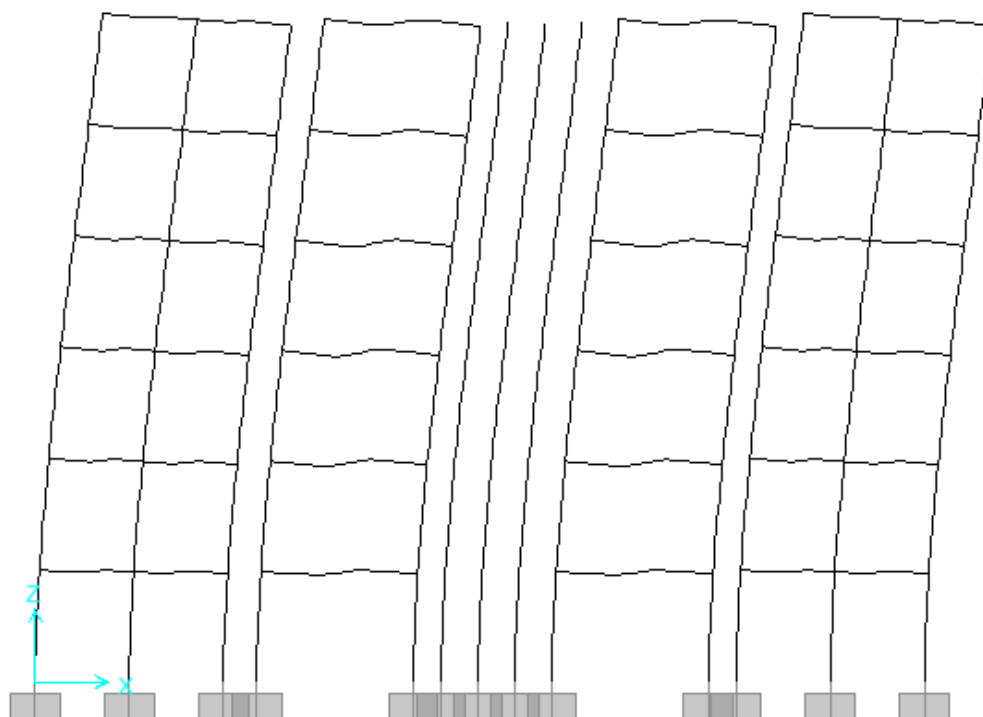


Figura 4.319 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V y M s/Int.” en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

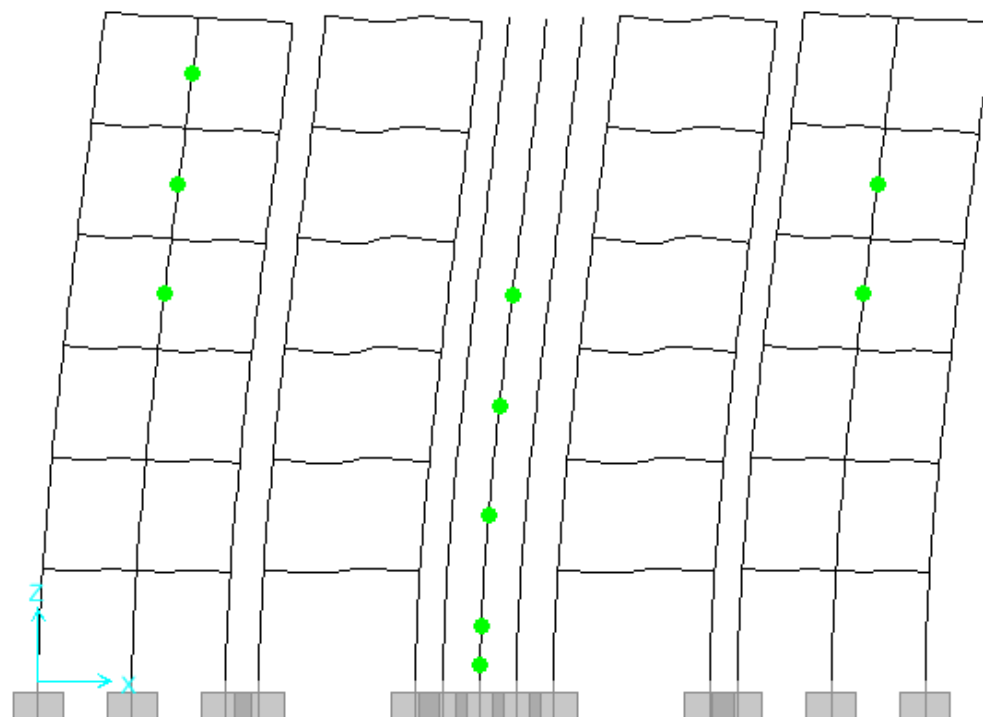


Figura 4.320 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo “V y M s/Int.” en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

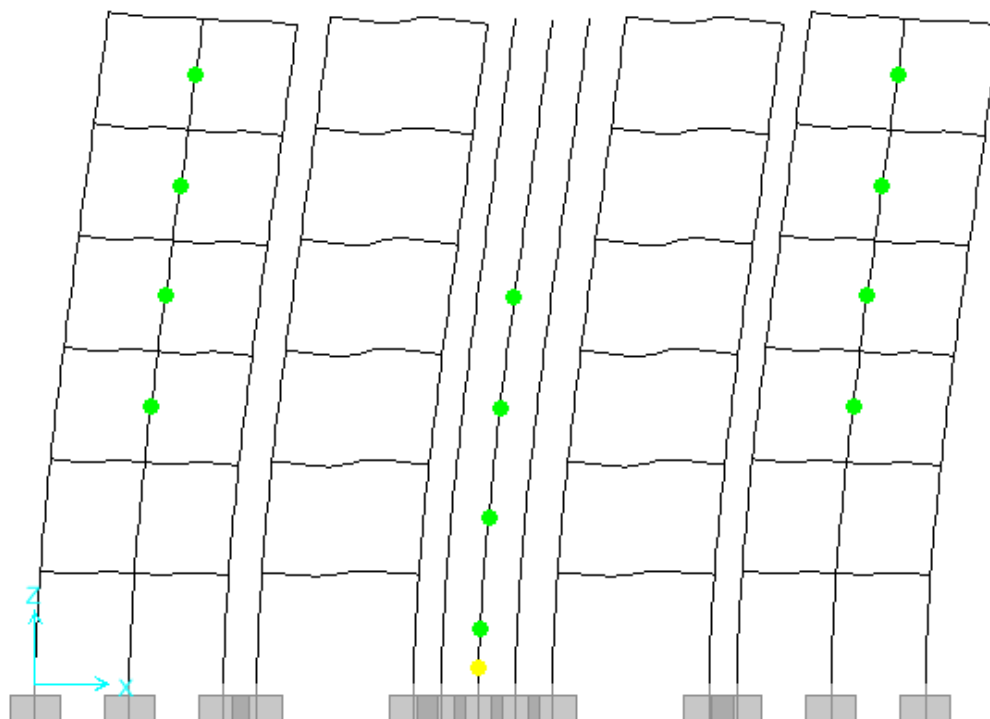


Figura 4.321 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

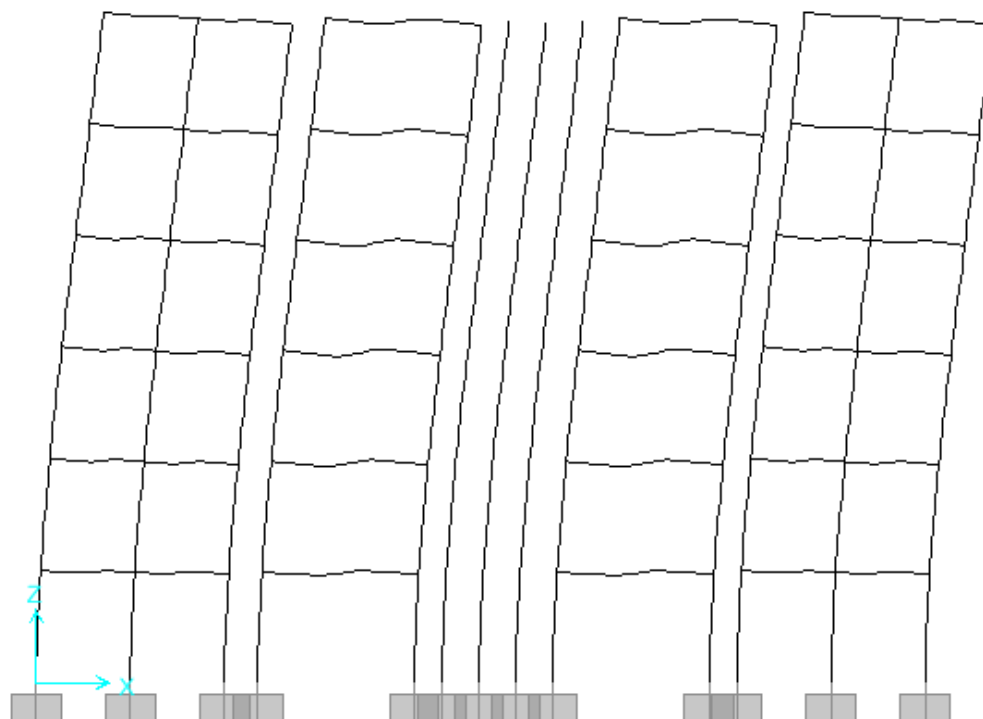


Figura 4.322 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

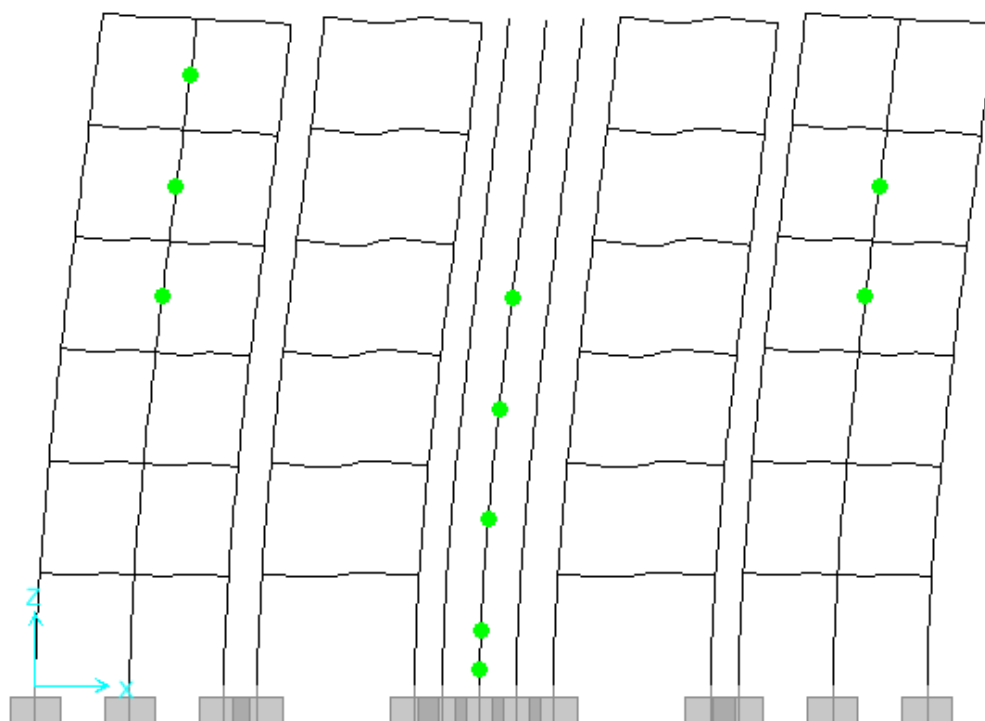


Figura 4.323 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

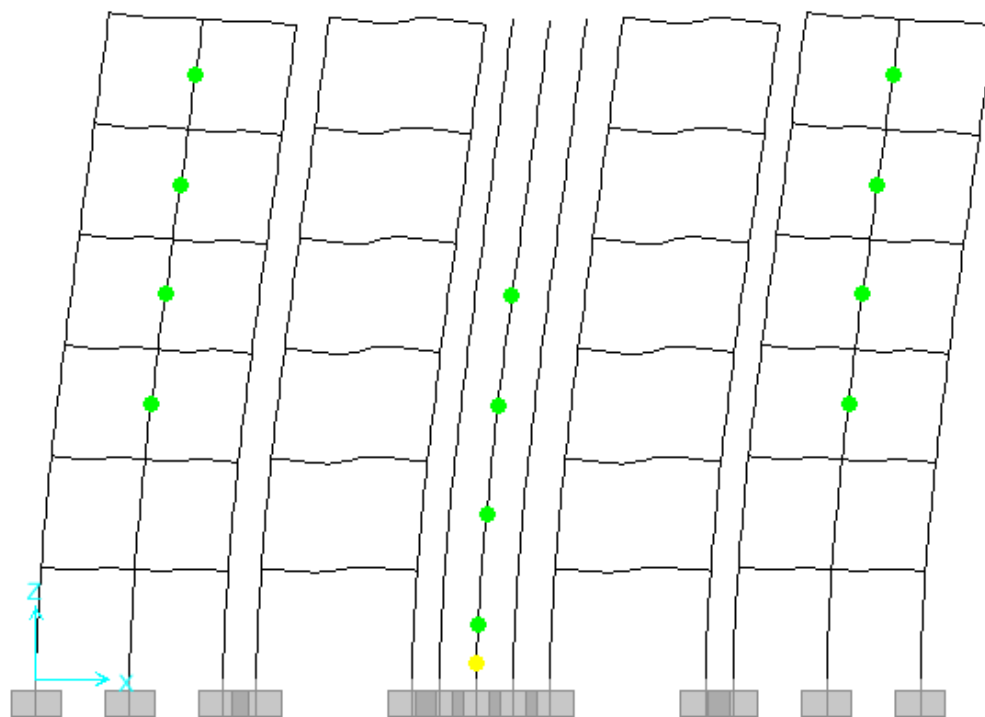


Figura 4.324 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

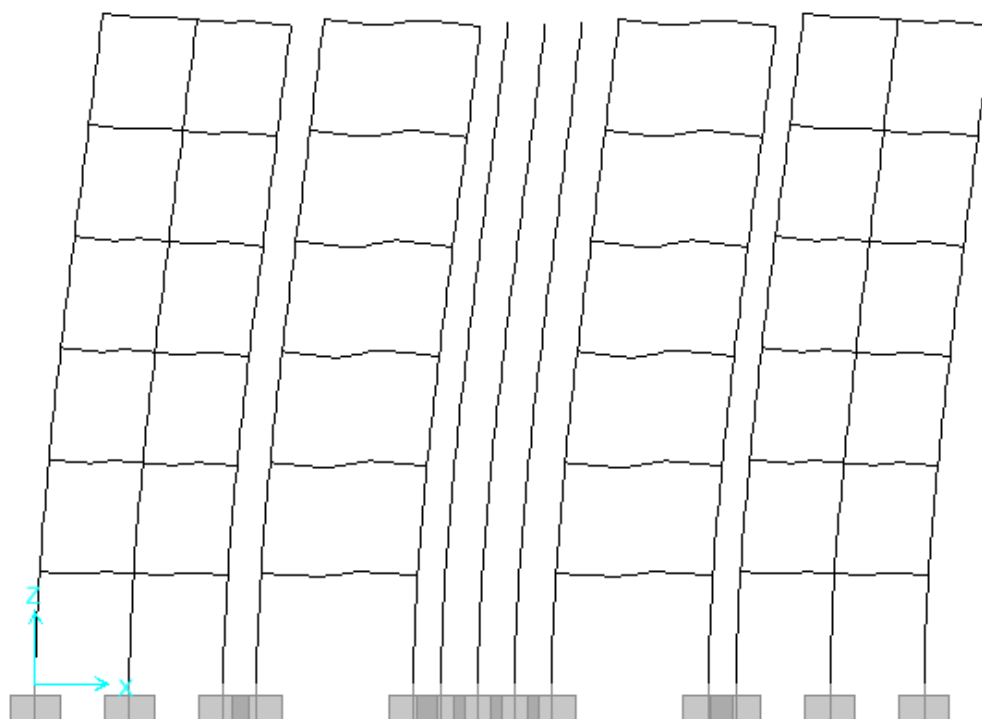


Figura 4.325 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

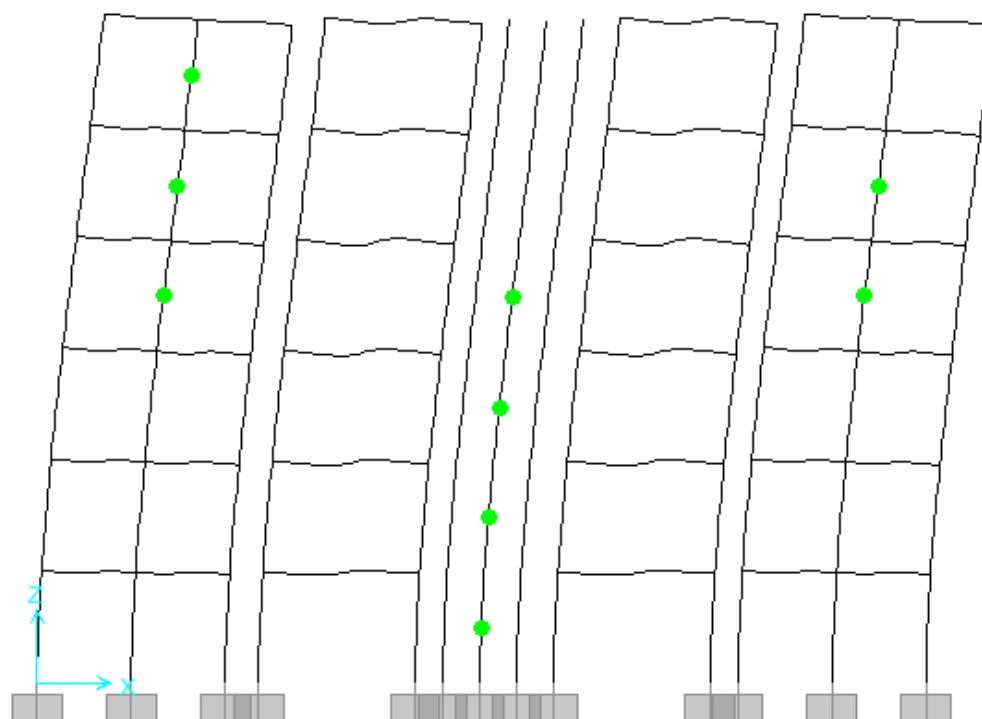


Figura 4.326 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

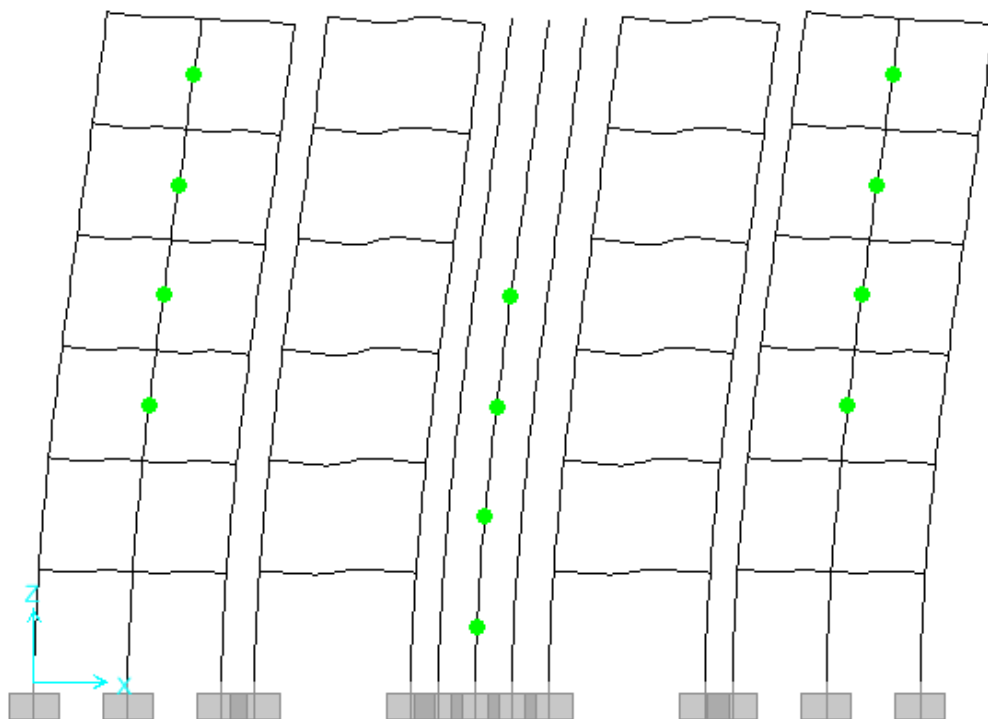


Figura 4.327 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

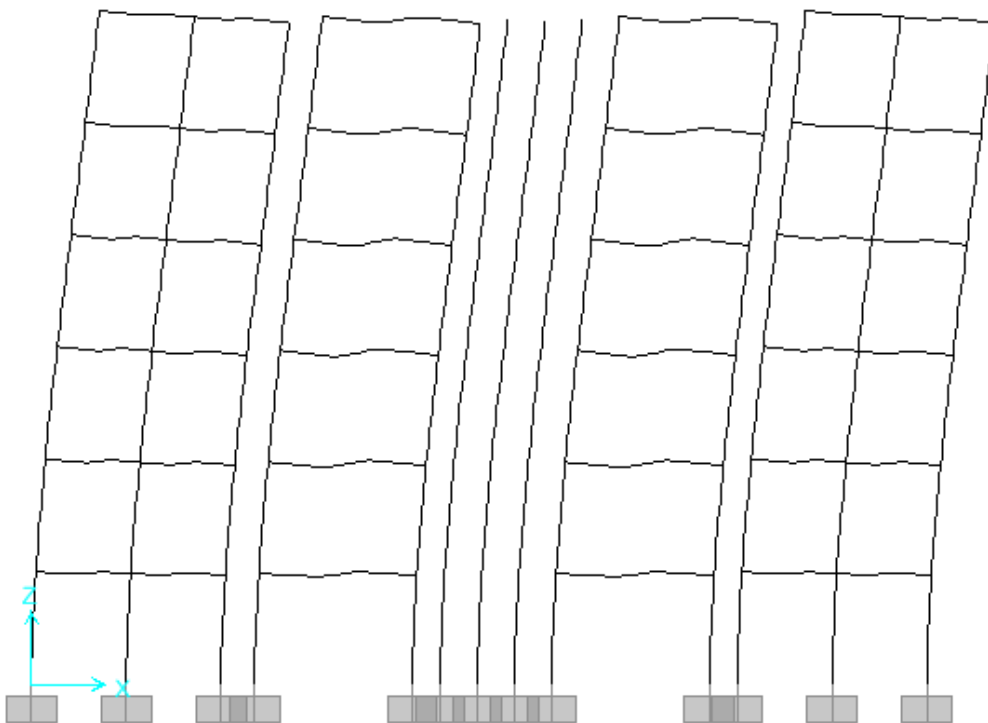


Figura 4.328 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

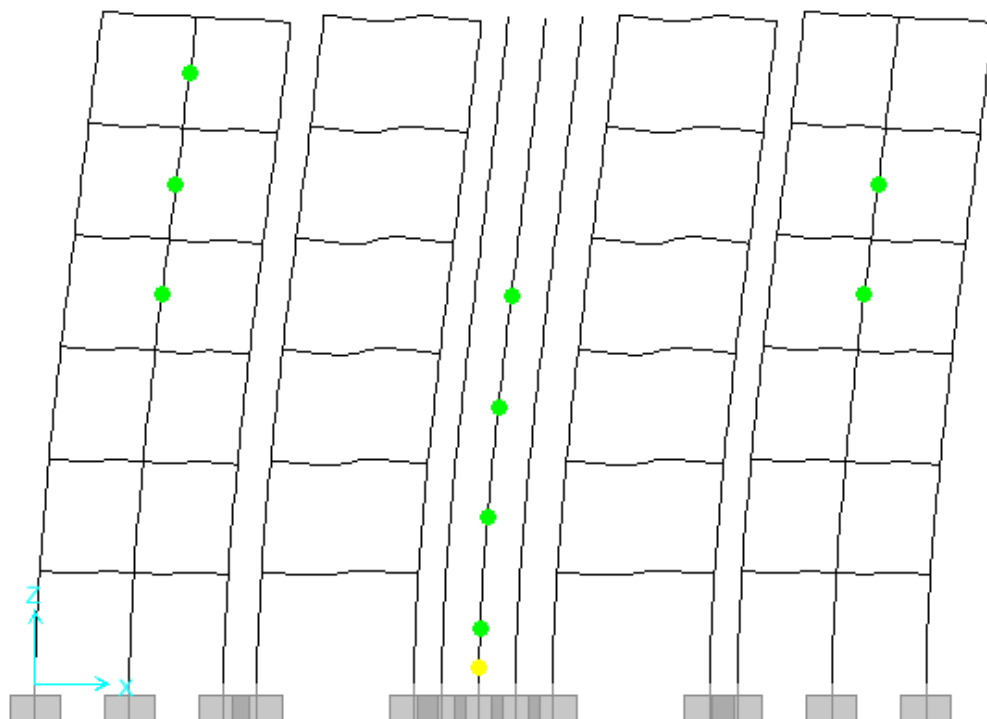


Figura 4.329 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

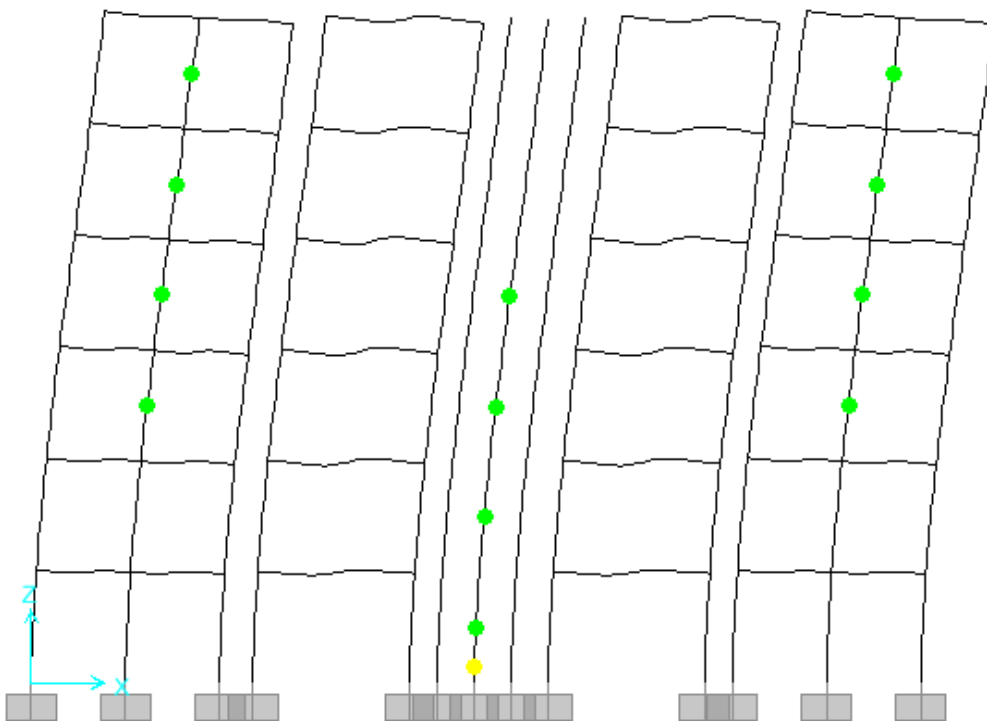


Figura 4.330 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

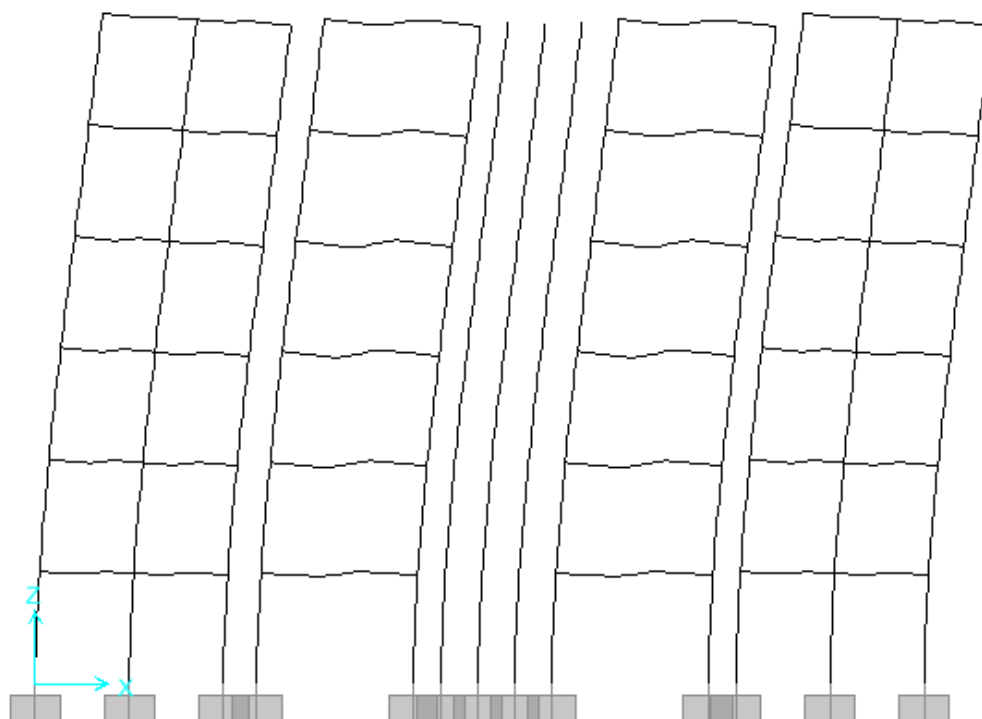


Figura 4.331 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

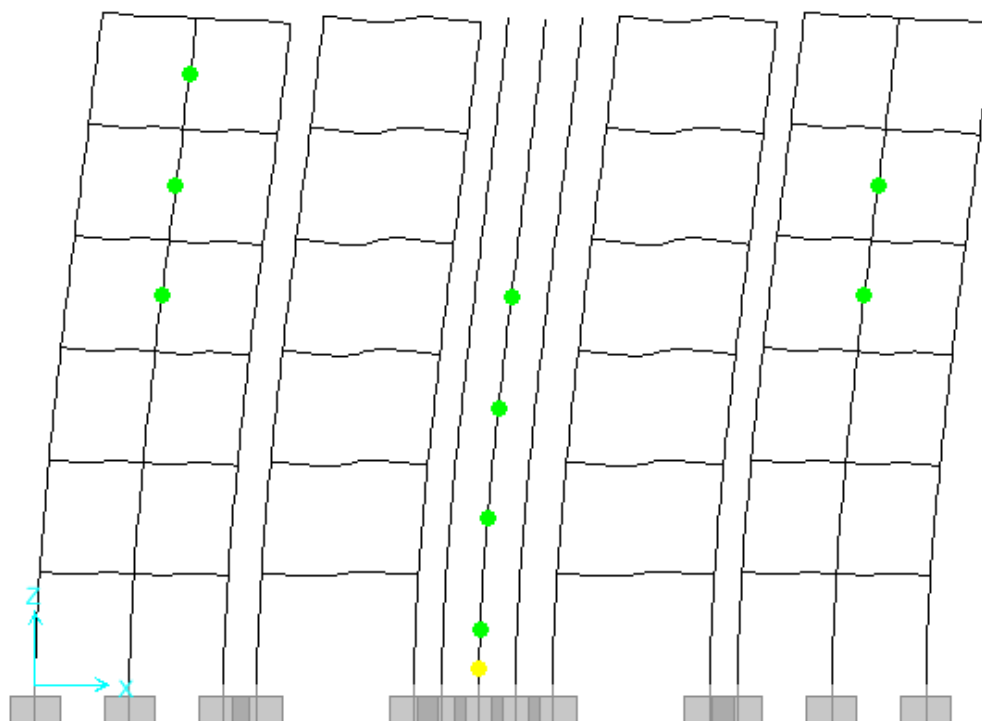


Figura 4.332 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

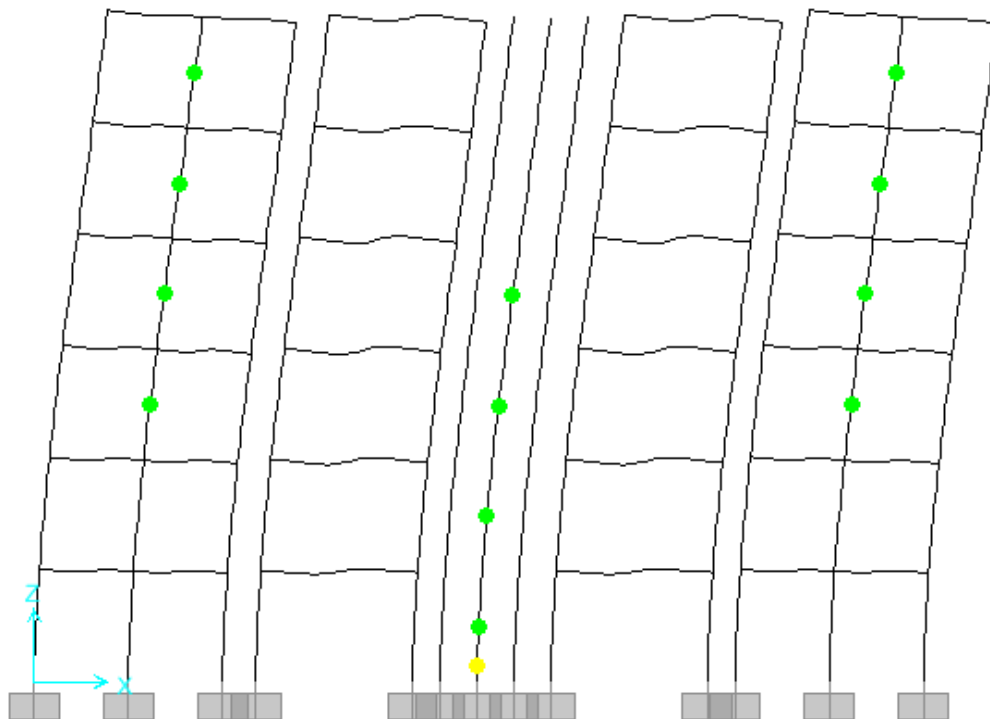


Figura 4.333 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

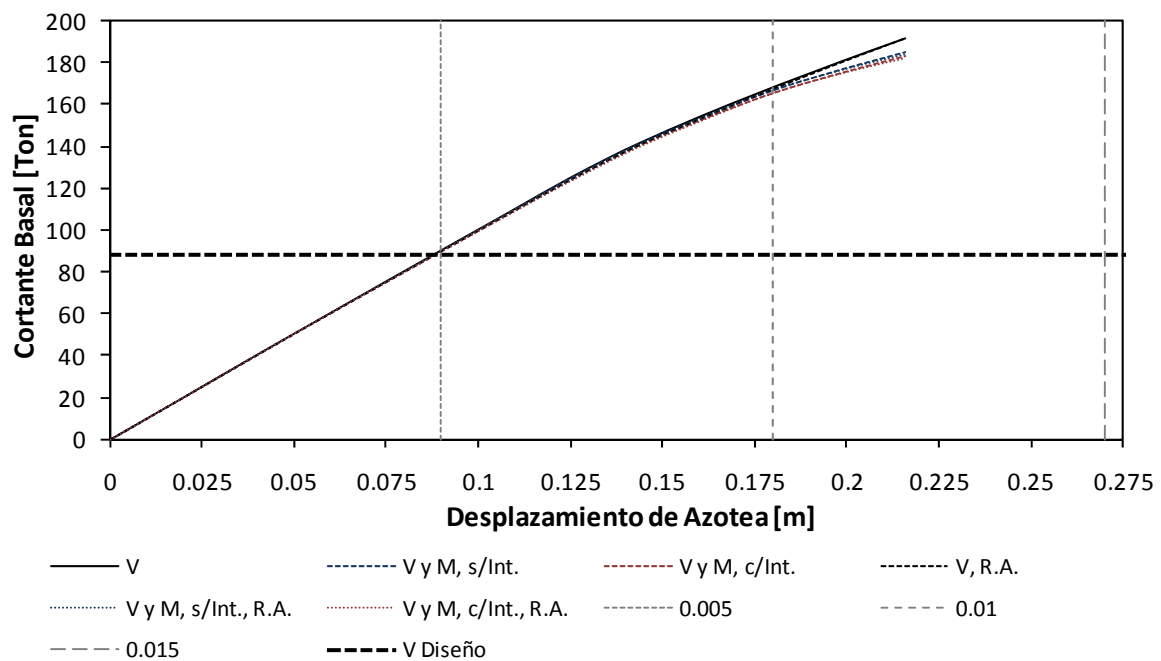


Figura 4.334 - Curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

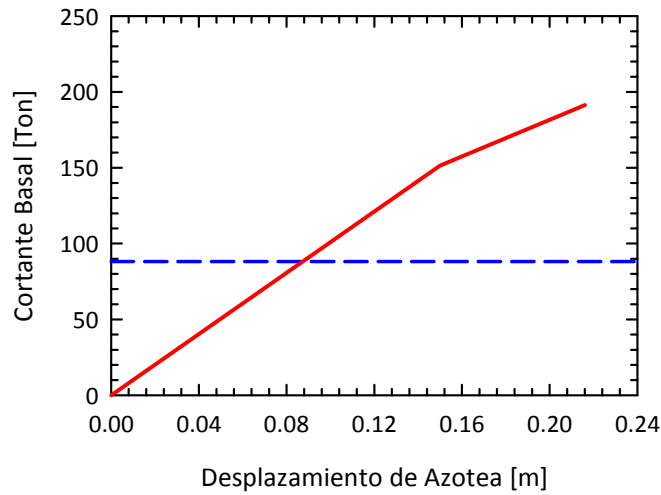


Figura 4.335 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V” y “V, R.A.”

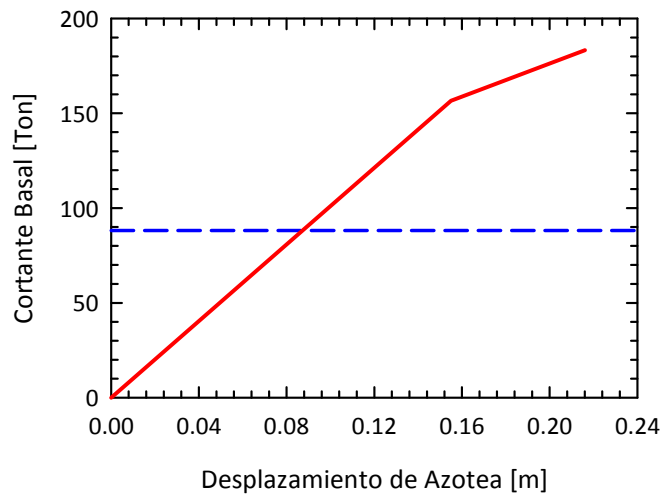


Figura 4.336 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.”, “V y M, c/Int.”, “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

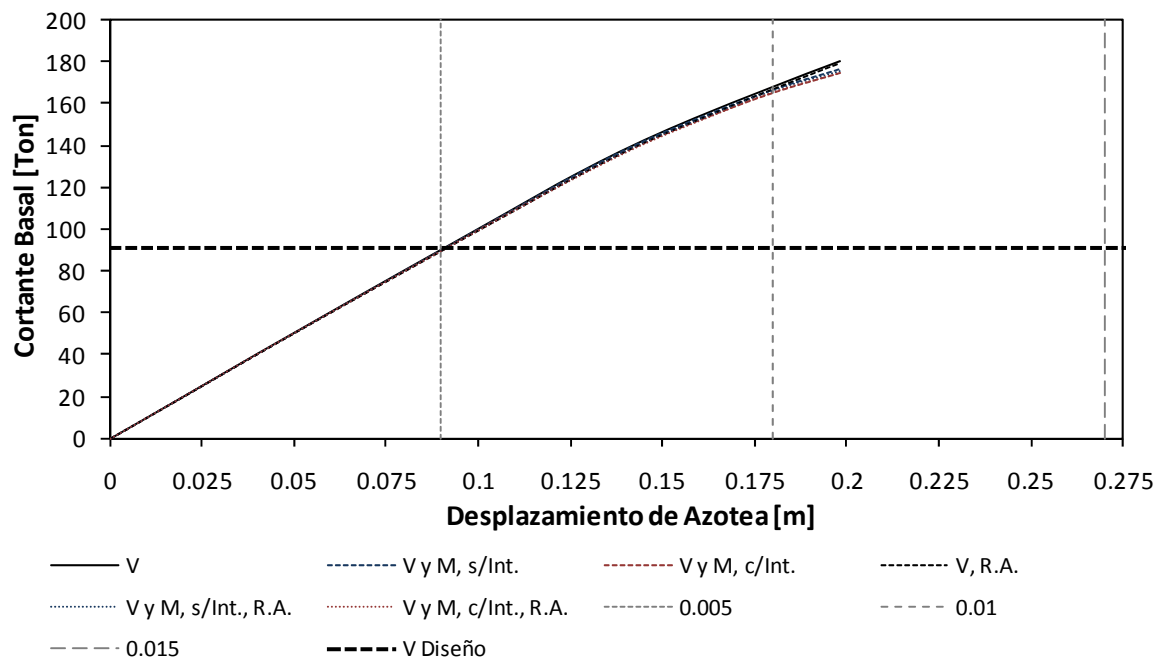


Figura 4.337 - Curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

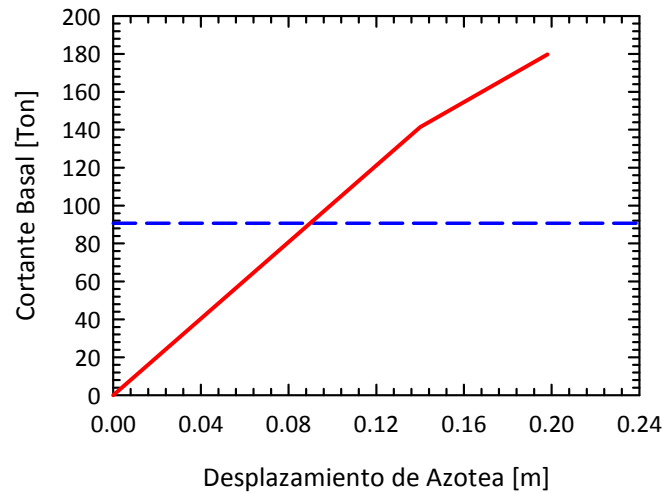


Figura 4.338 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V” y “V, R.A.”

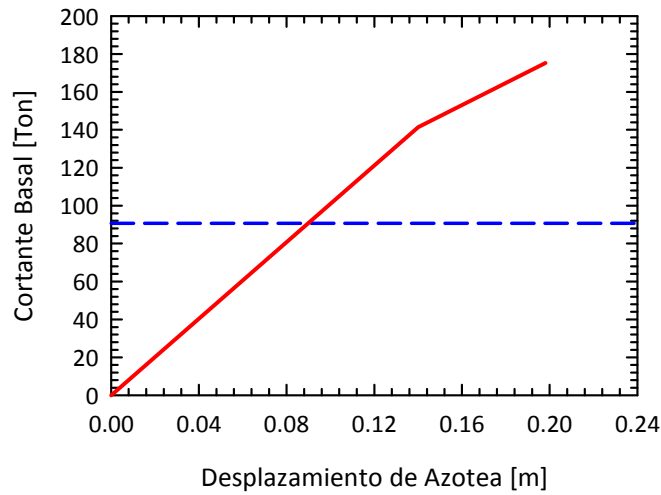


Figura 4.339 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.”, “V y M, c/Int.”, “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

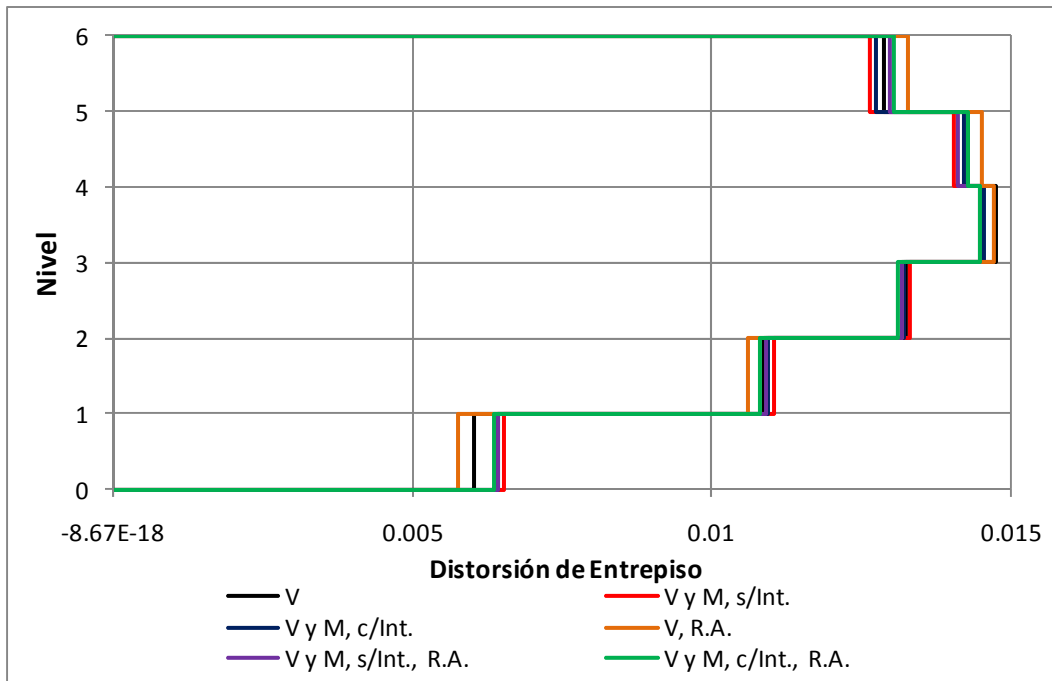


Figura 4.340 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

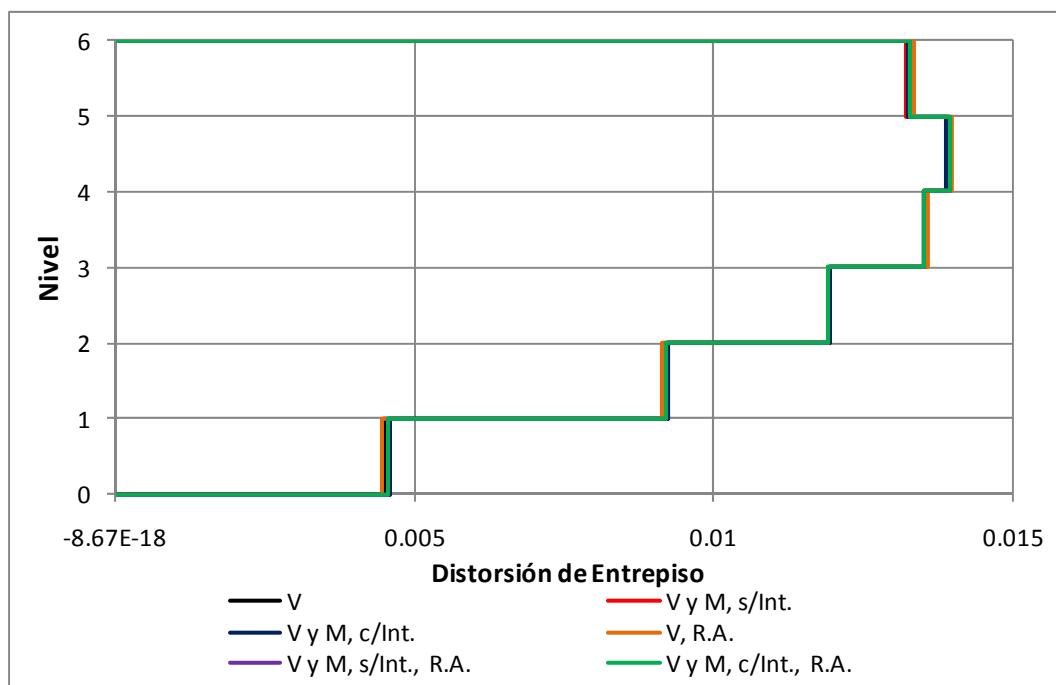


Figura 4.341 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

4.2.2.7 EDIFICIO DE SIETE NIVELES

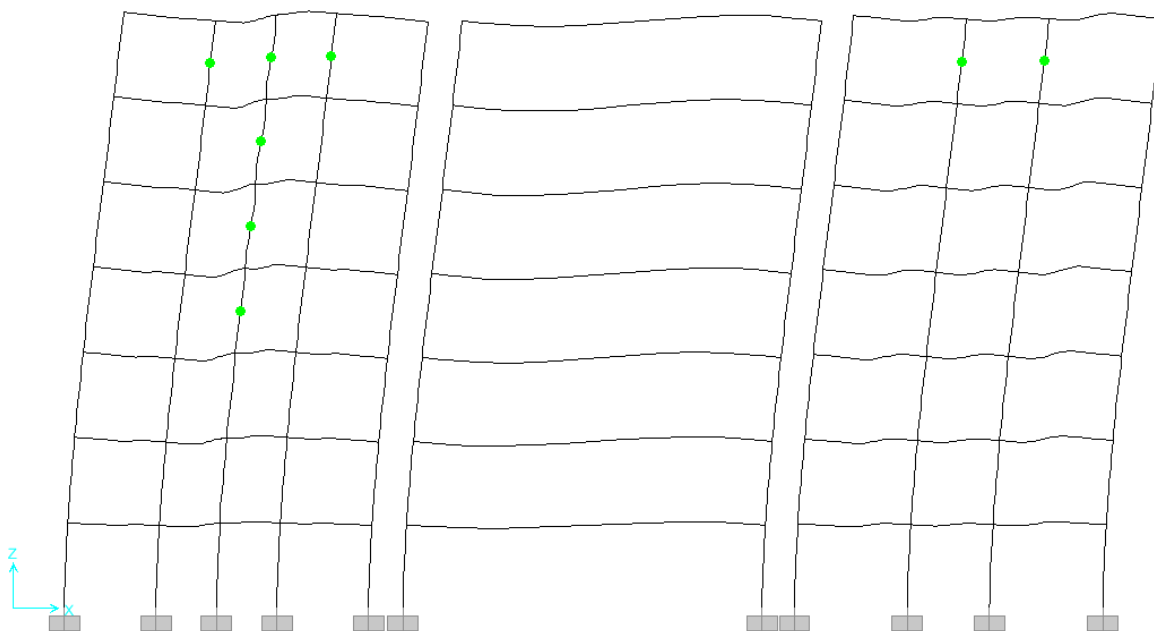


Figura 4.342 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

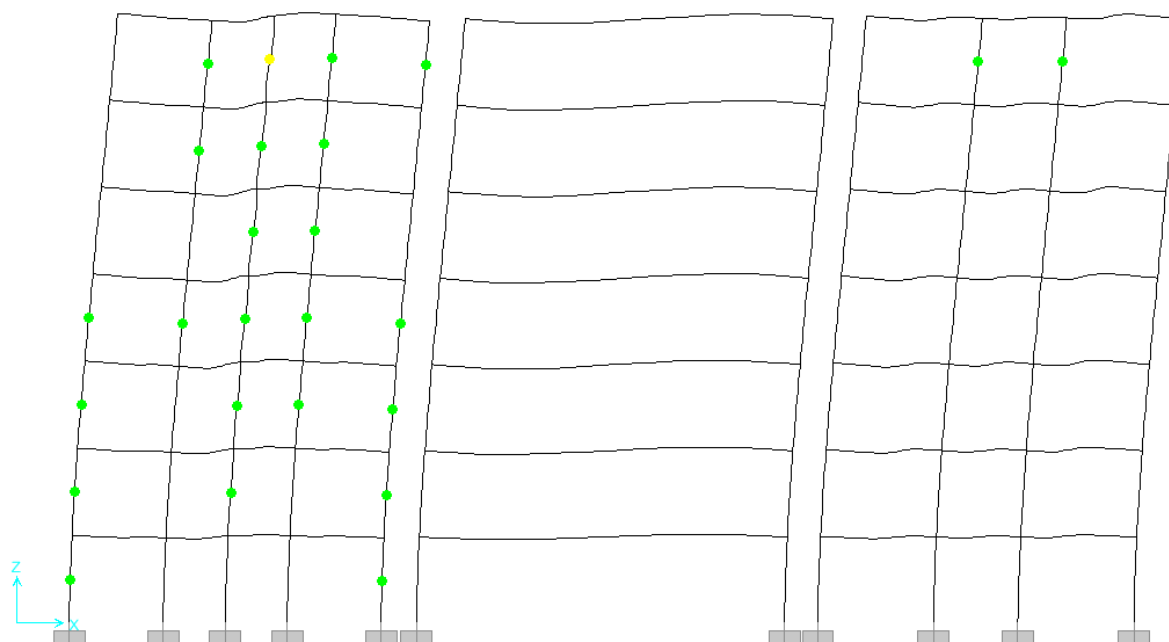


Figura 4.343 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

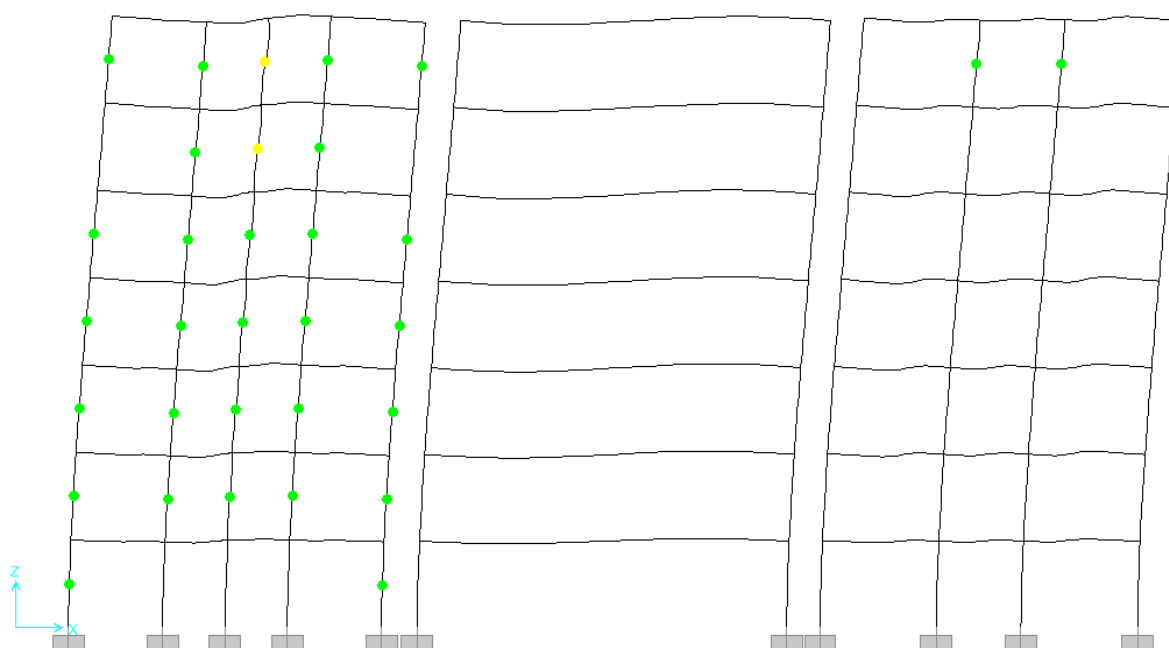


Figura 4.344 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

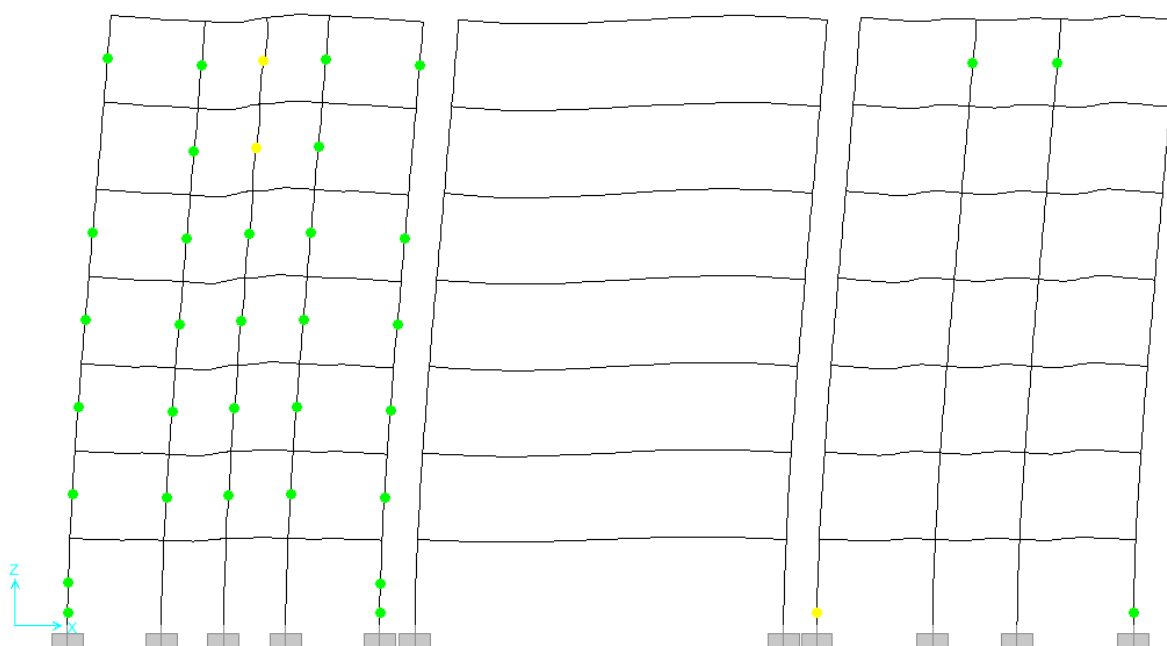


Figura 4.345 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V y M s/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

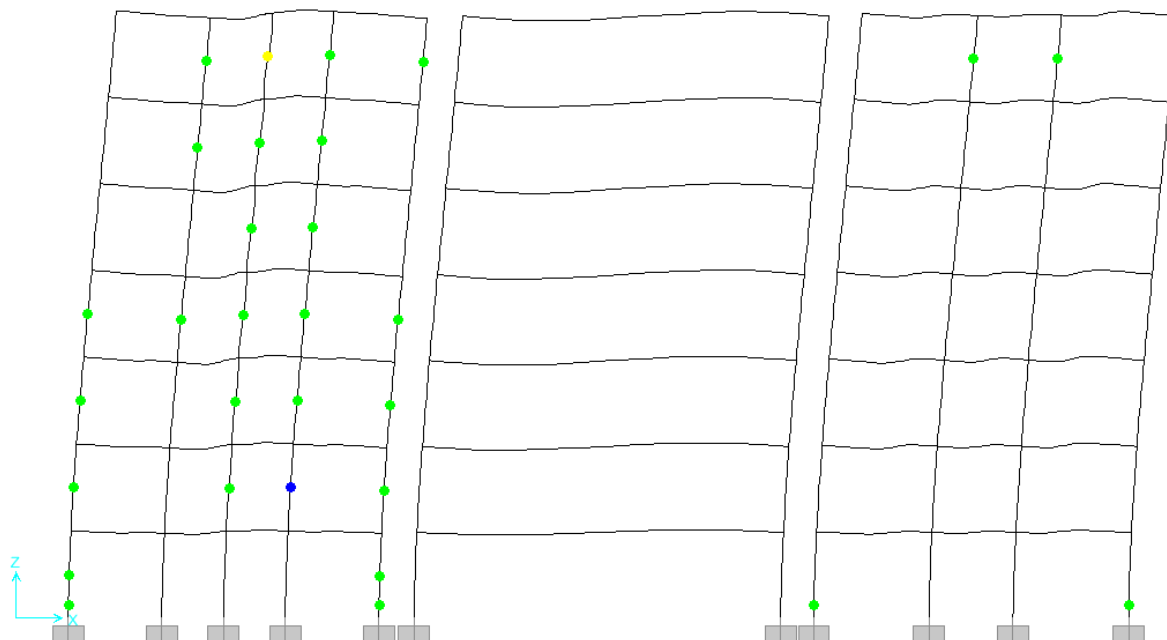


Figura 4.346 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo “V y M s/Int.” en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

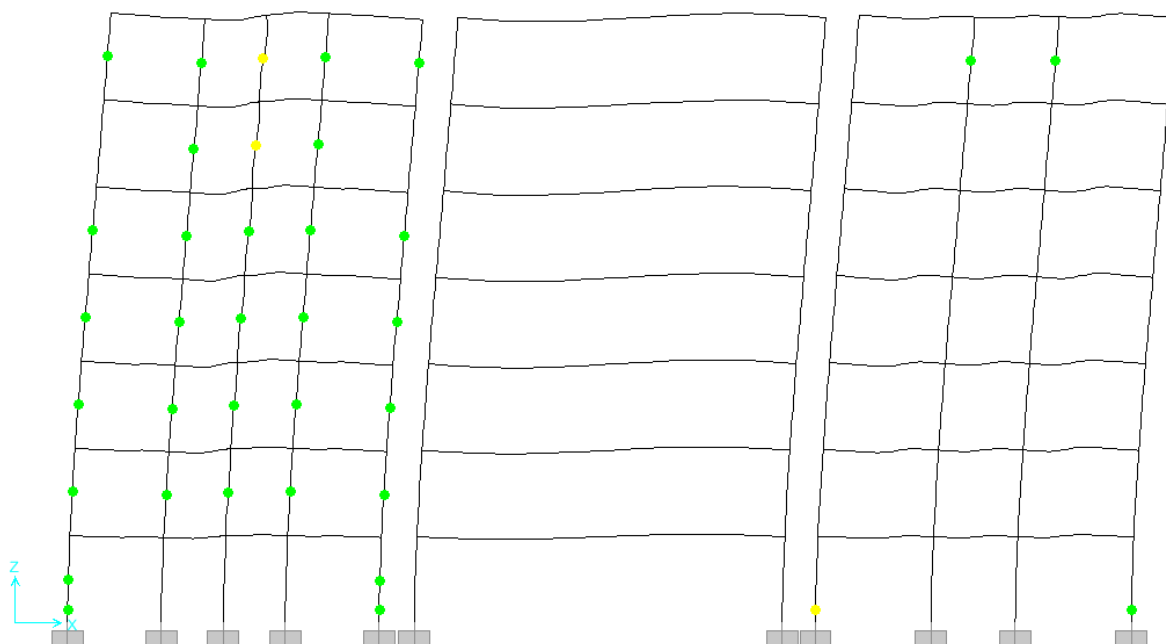


Figura 4.347 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México



Figura 4.348 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

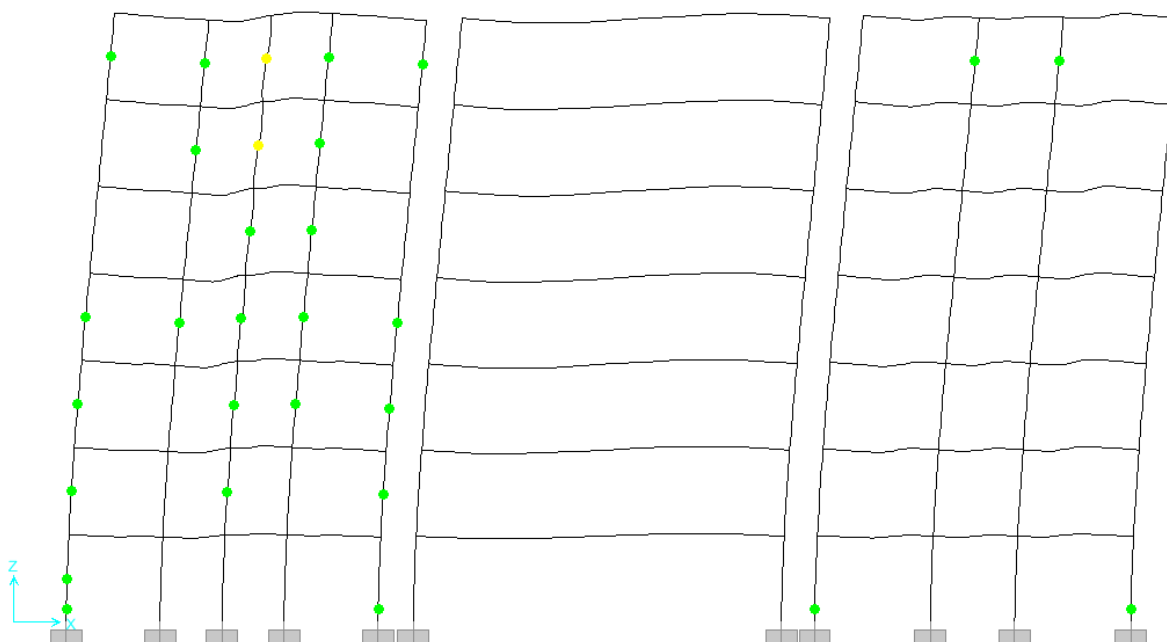


Figura 4.349 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

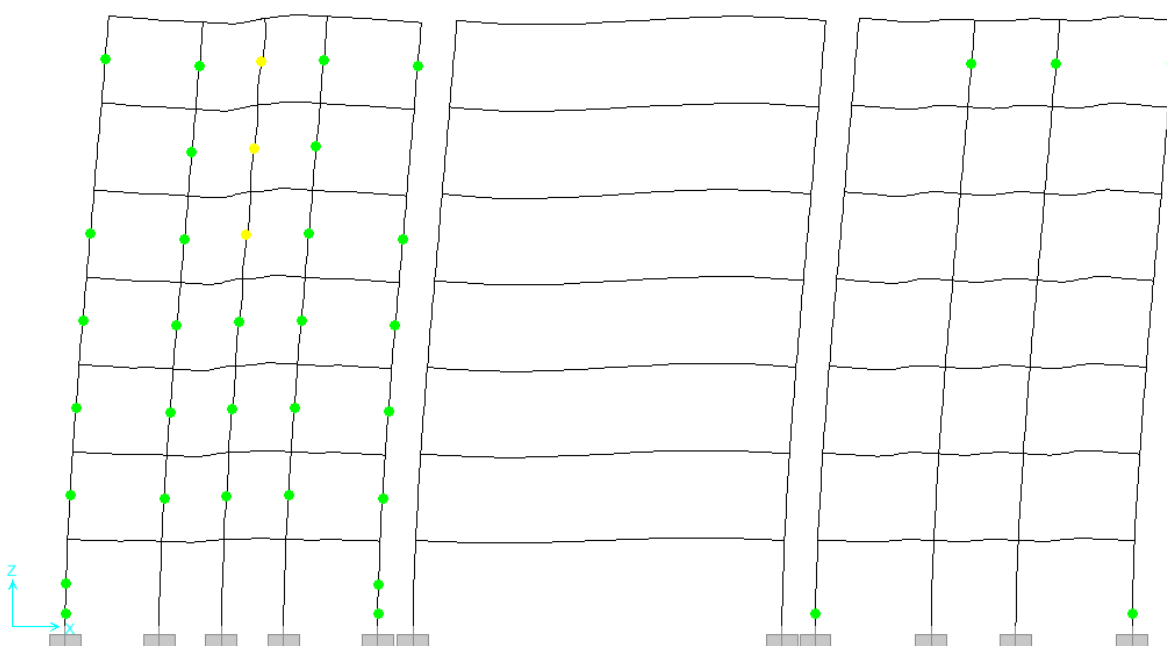


Figura 4.350 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

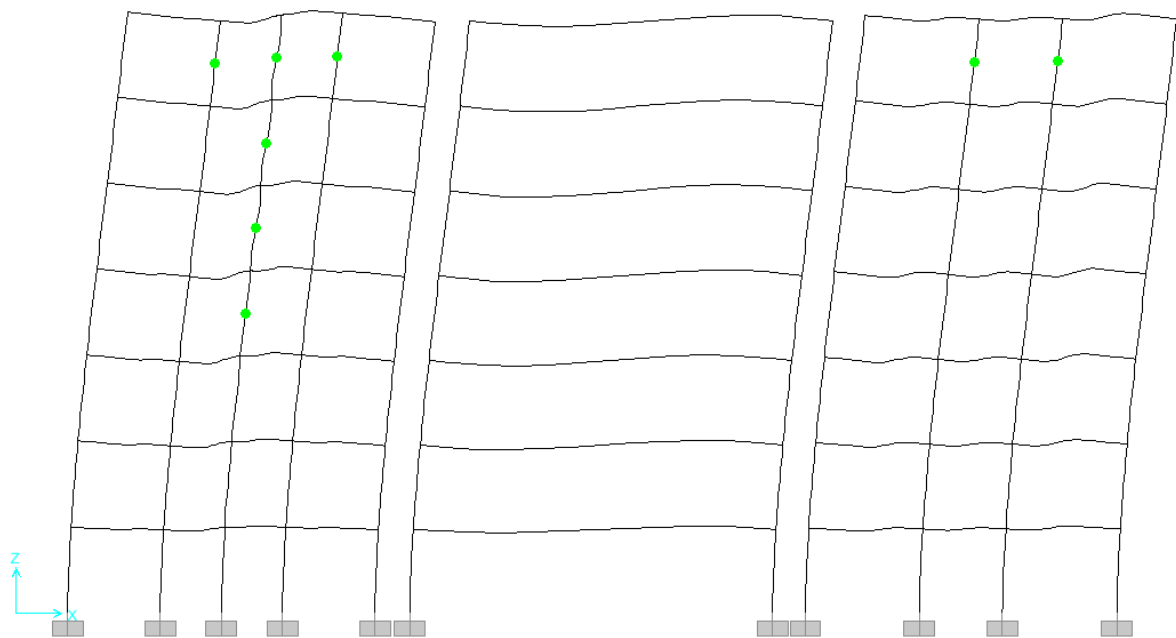


Figura 4.351 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

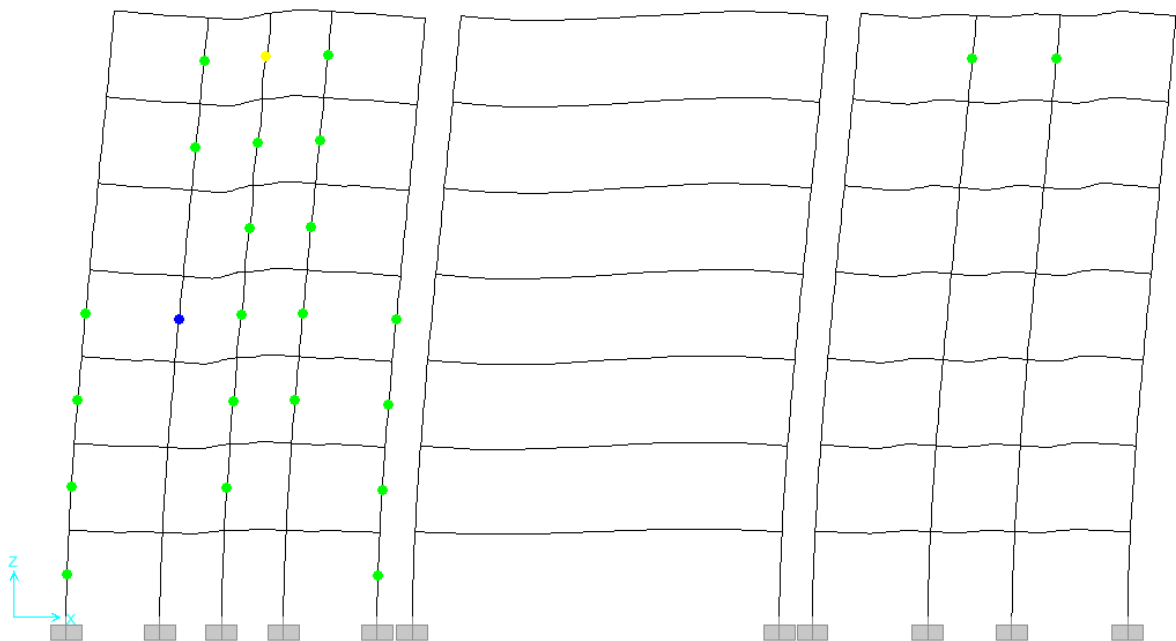


Figura 4.352 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

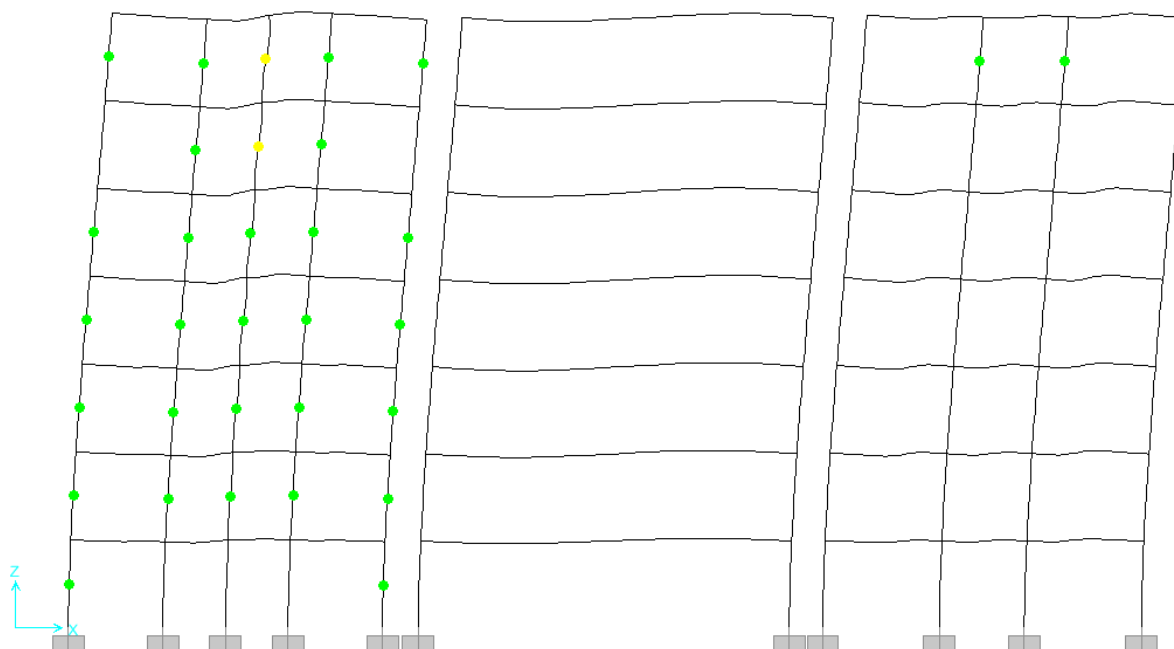


Figura 4.353 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

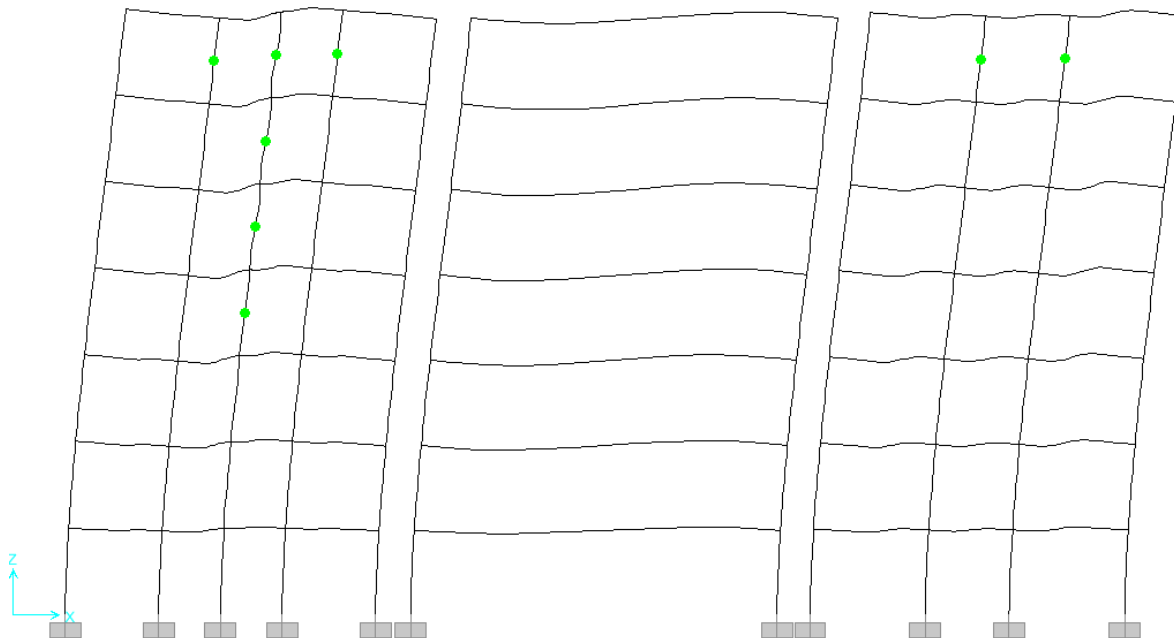


Figura 4.354 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

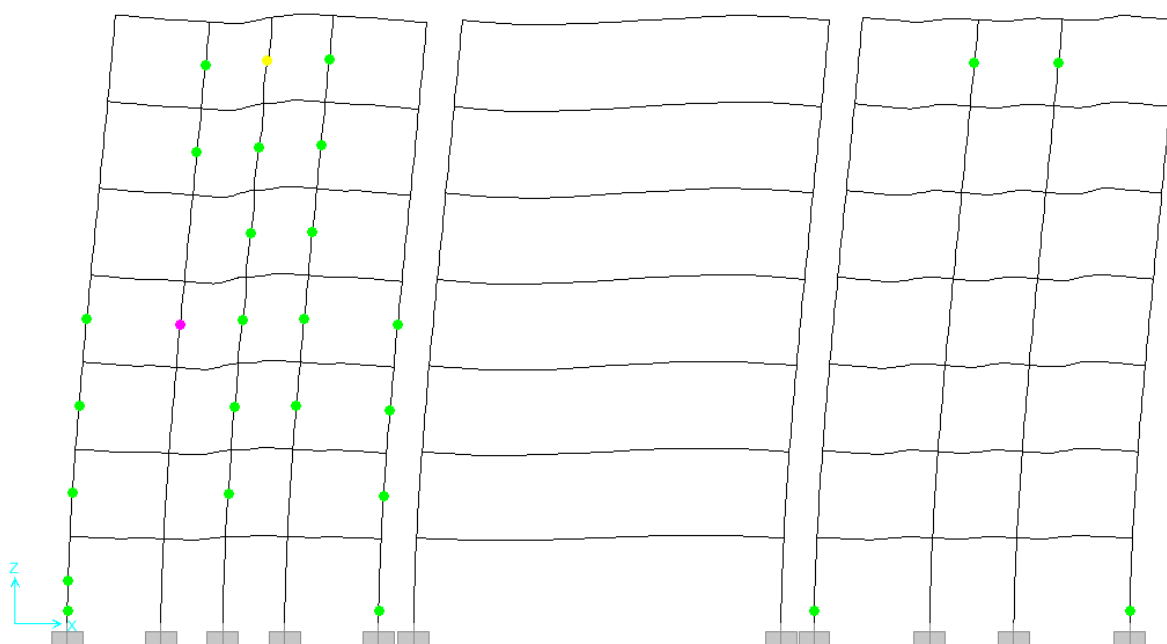


Figura 4.355 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo “V y M s/Int., R.A.” en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

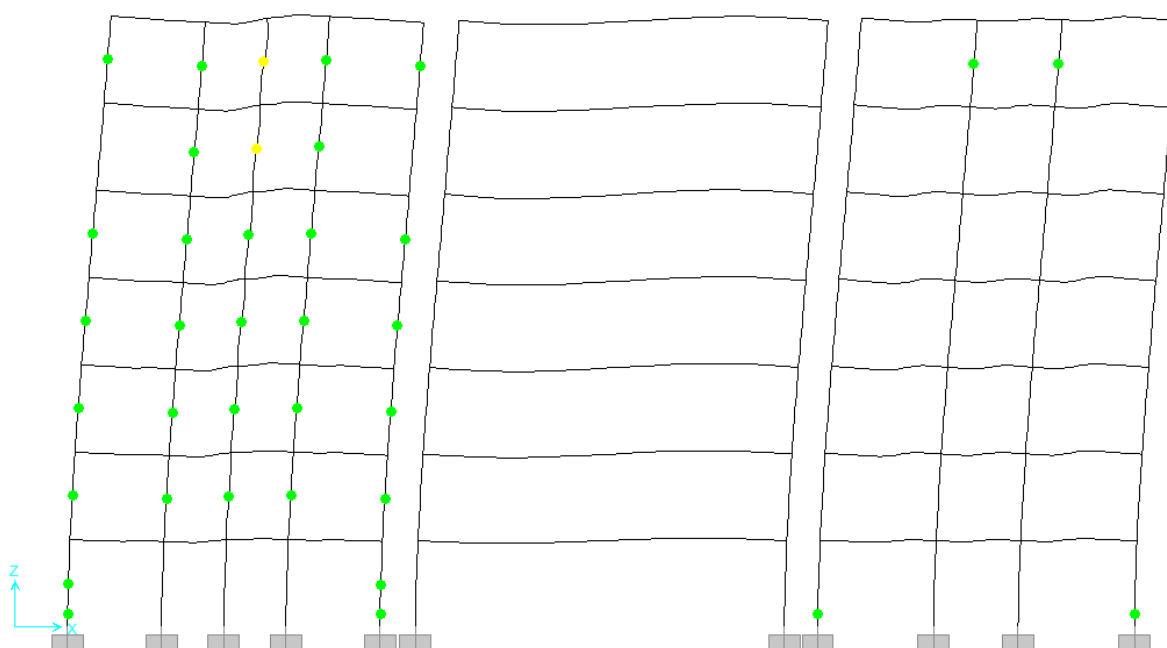


Figura 4.356 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo “V y M s/Int., R.A.” en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

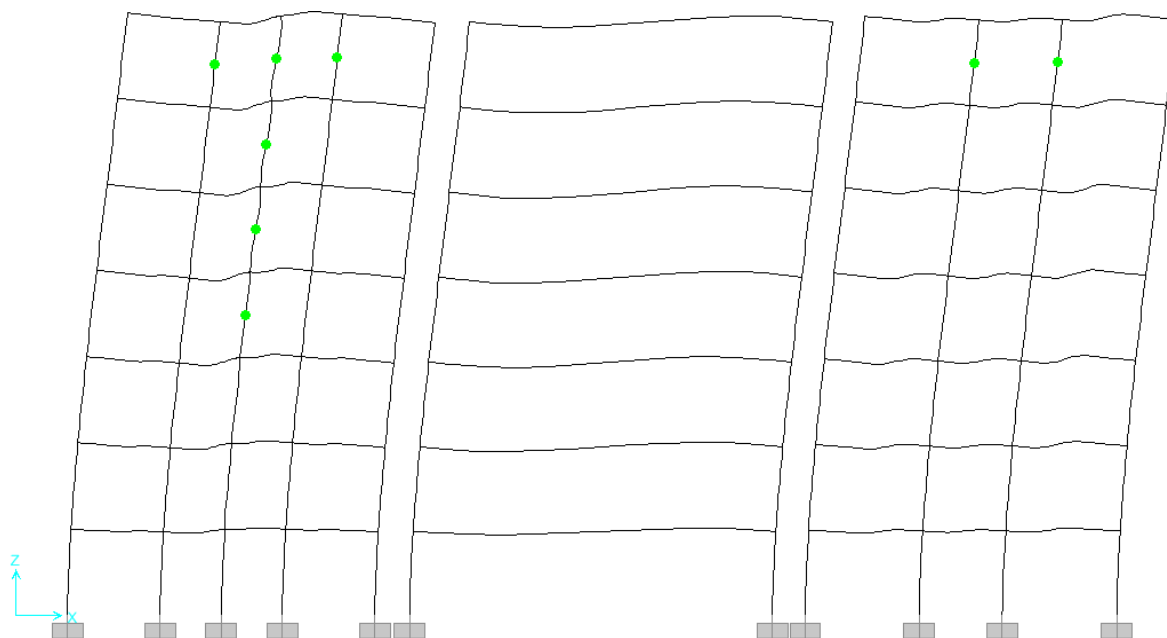


Figura 4.357 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

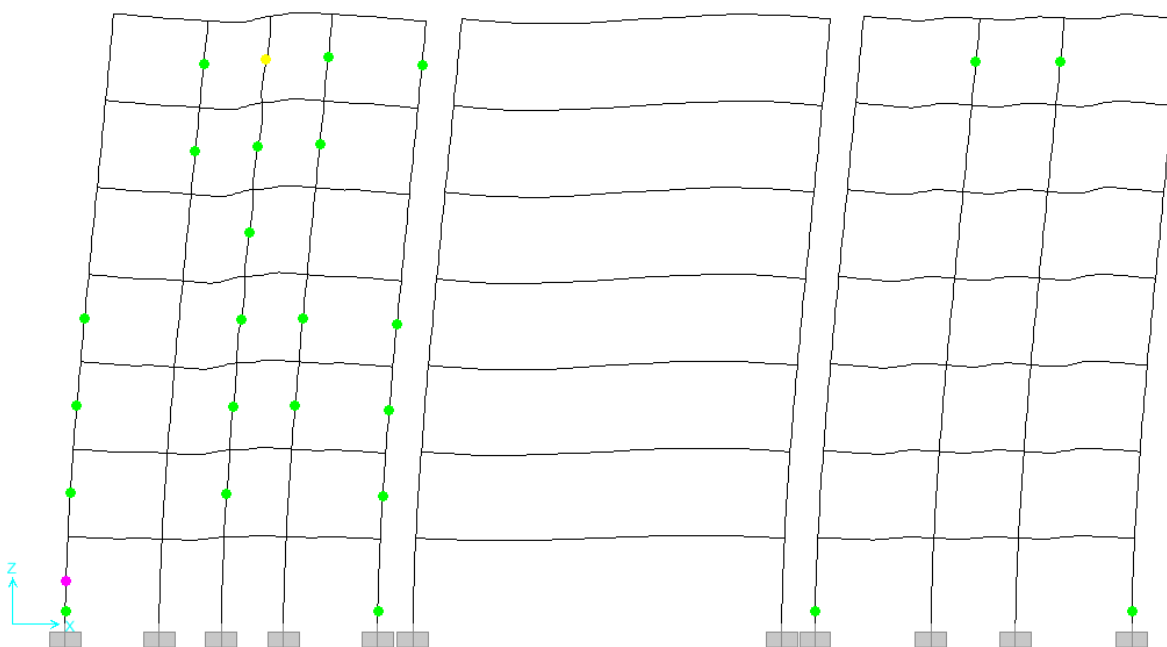


Figura 4.358 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

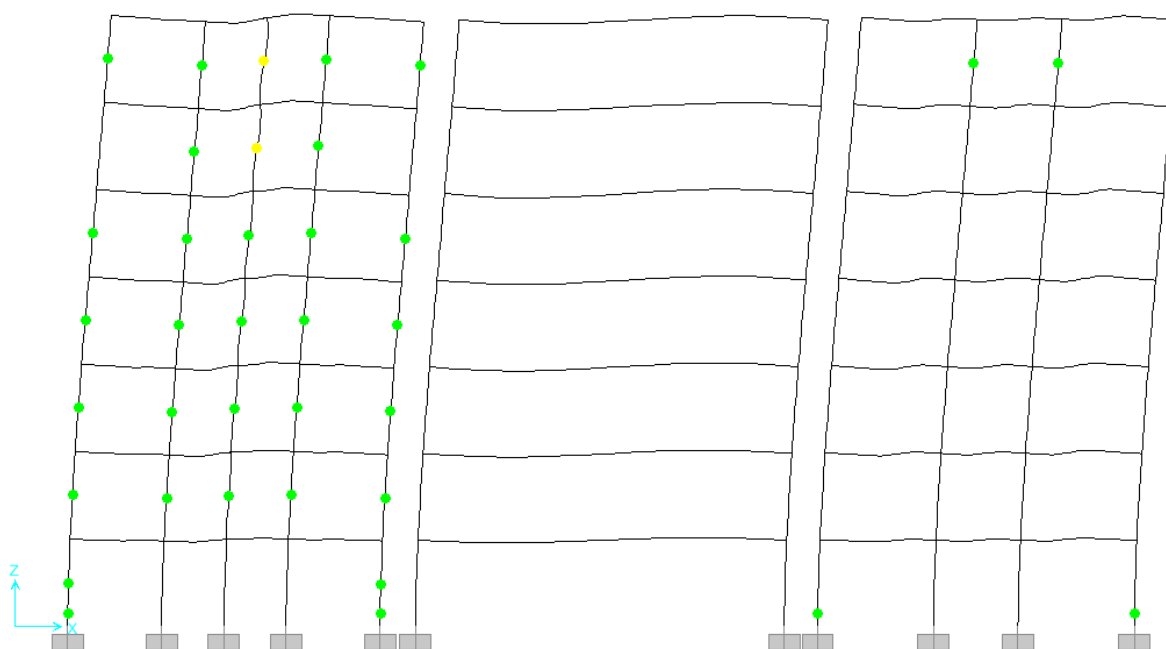


Figura 4.359 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

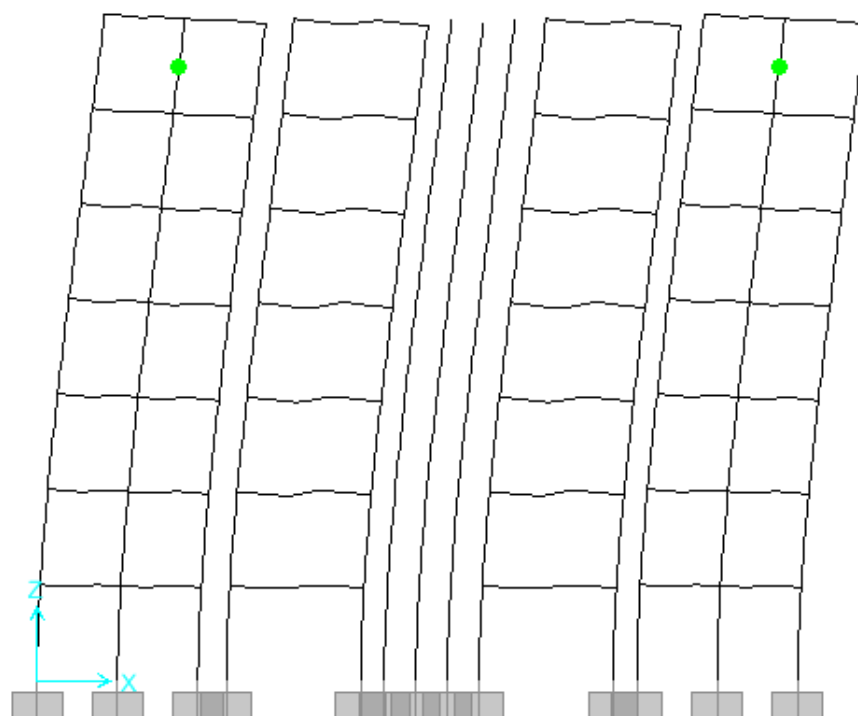


Figura 4.360 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

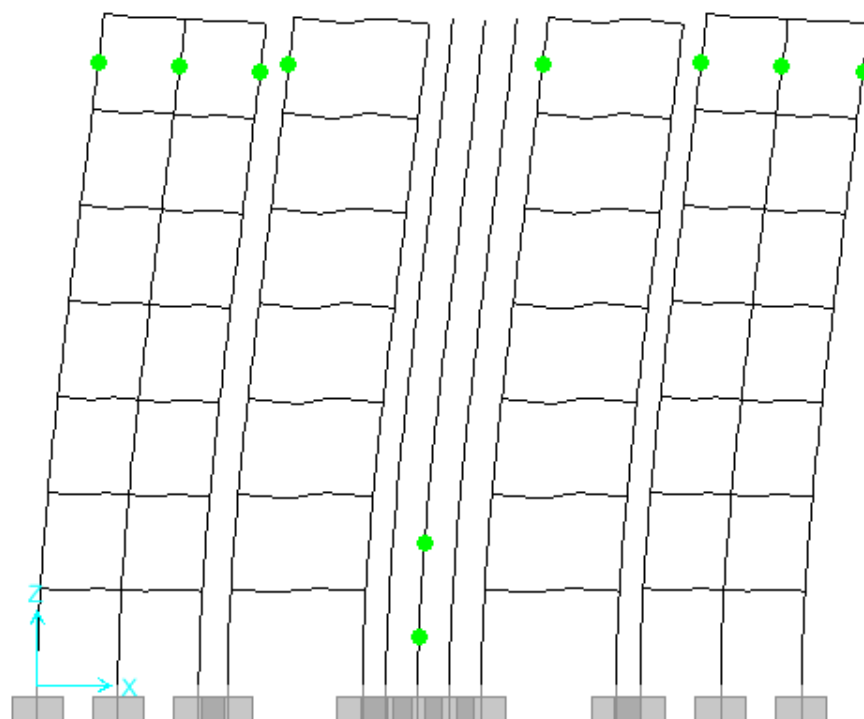


Figura 4.361 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

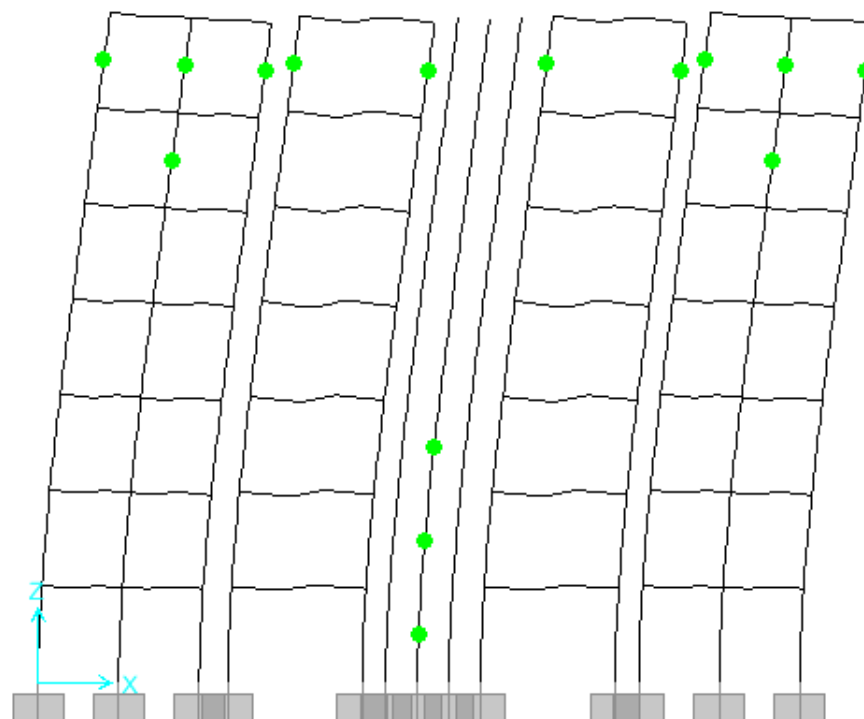


Figura 4.362 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

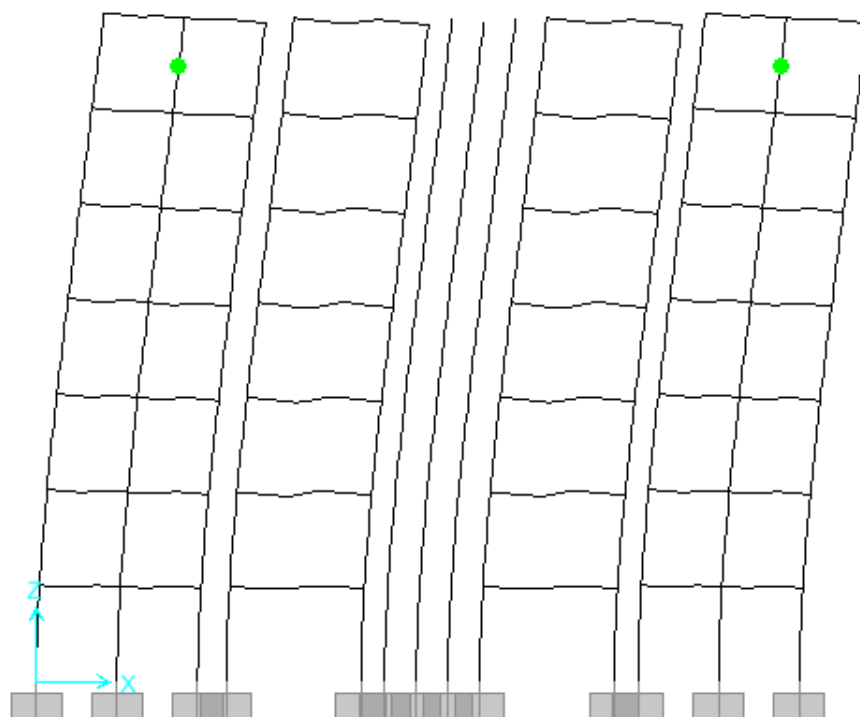


Figura 4.363 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

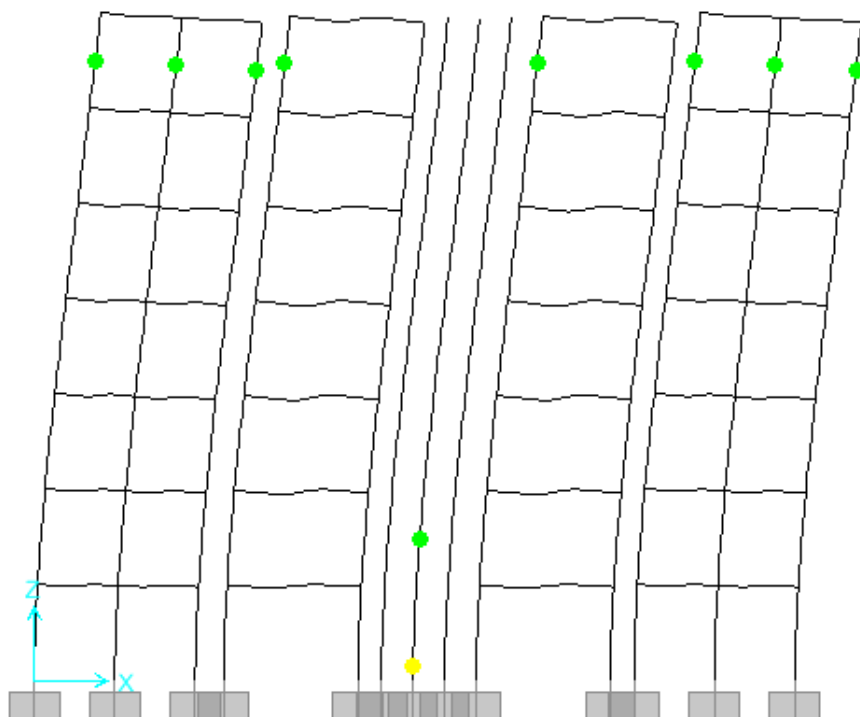


Figura 4.364 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

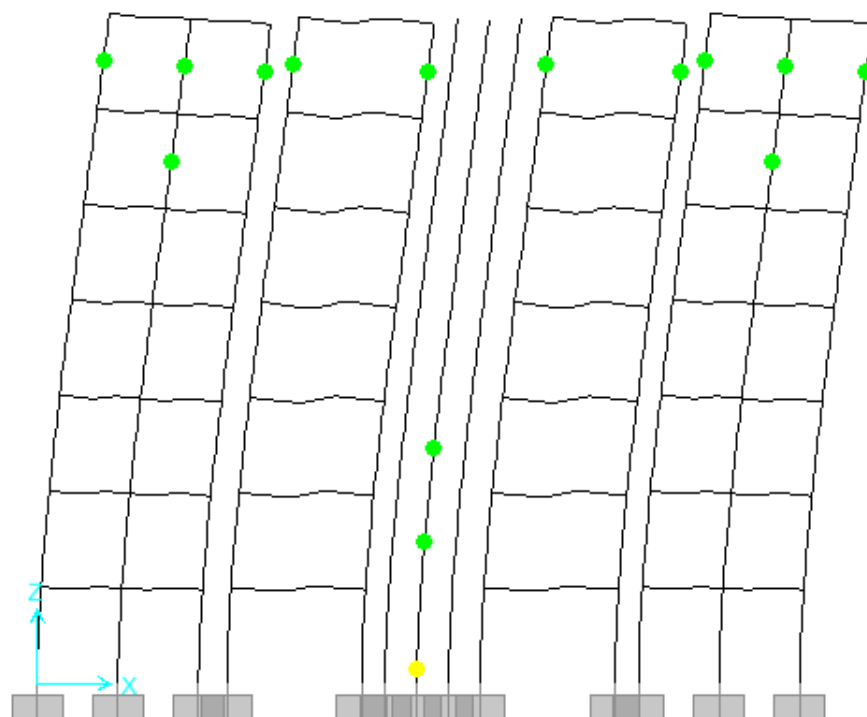


Figura 4.365 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

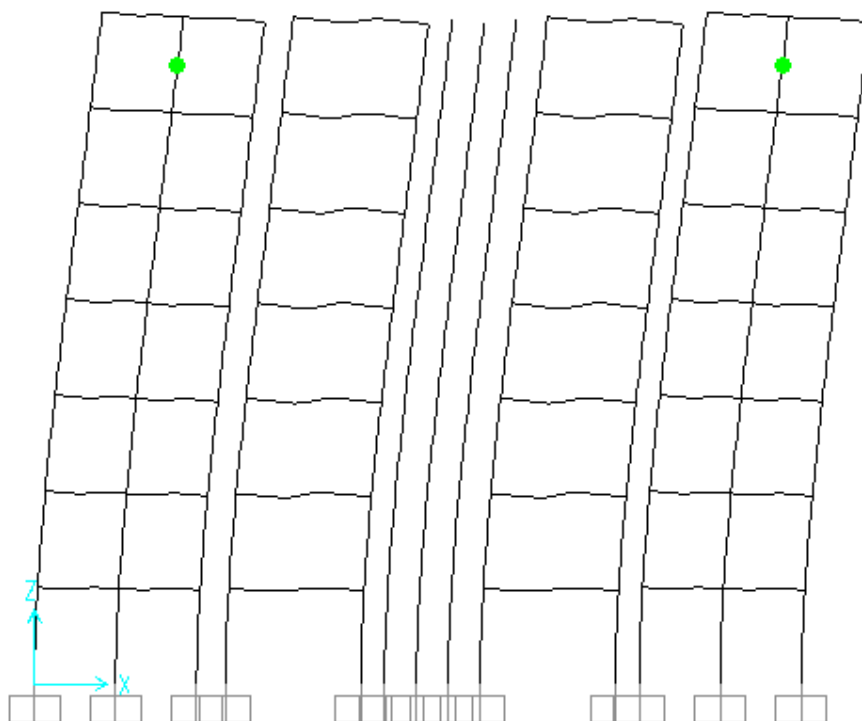


Figura 4.366 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

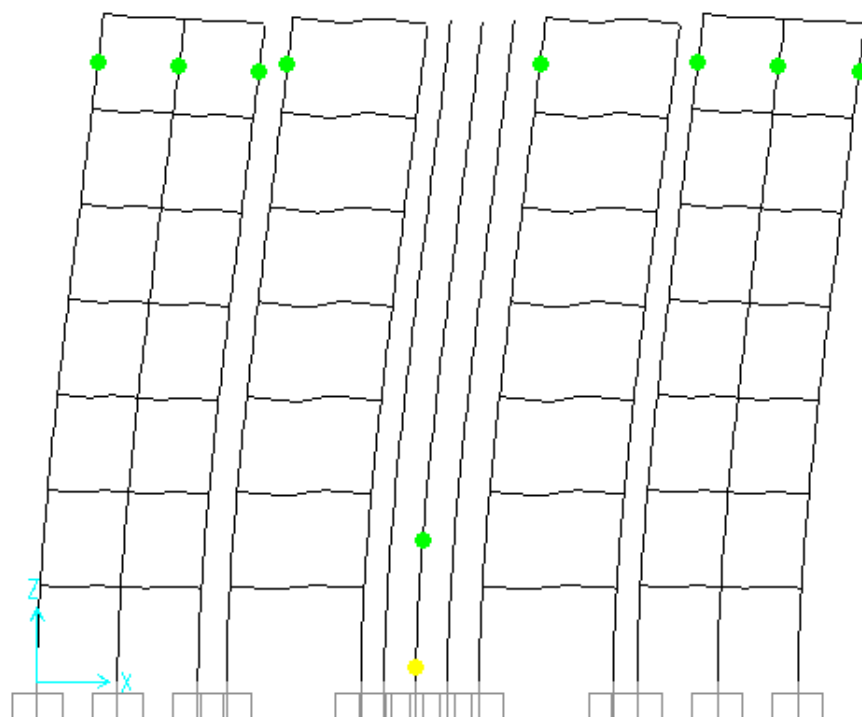


Figura 4.367 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

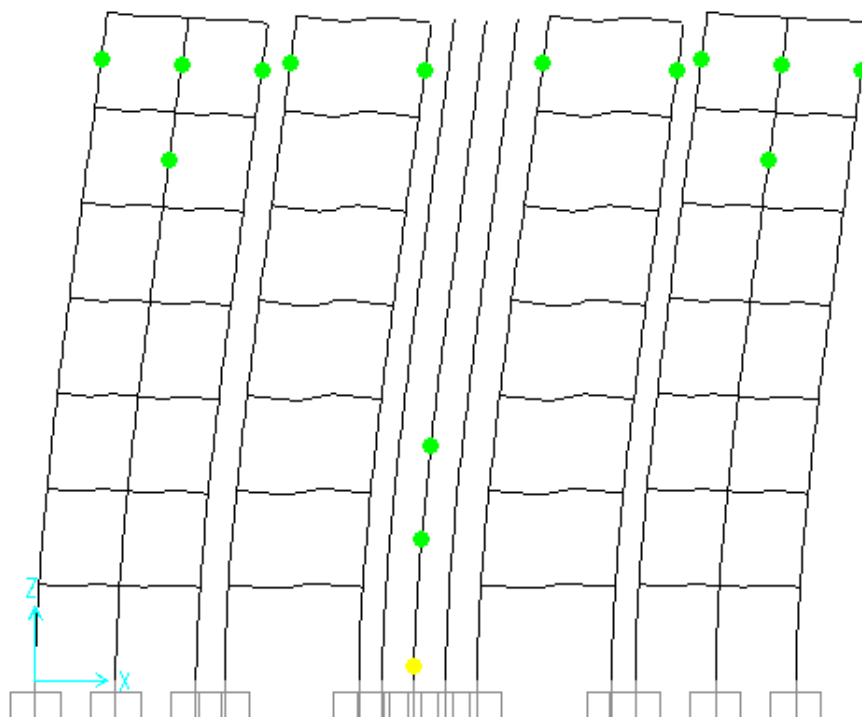


Figura 4.368 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

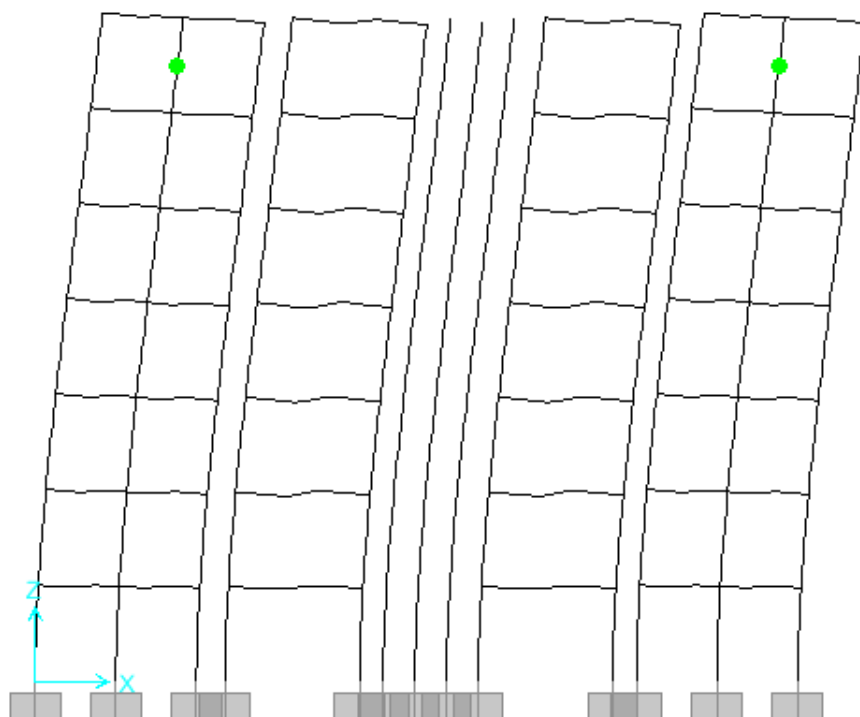


Figura 4.369 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

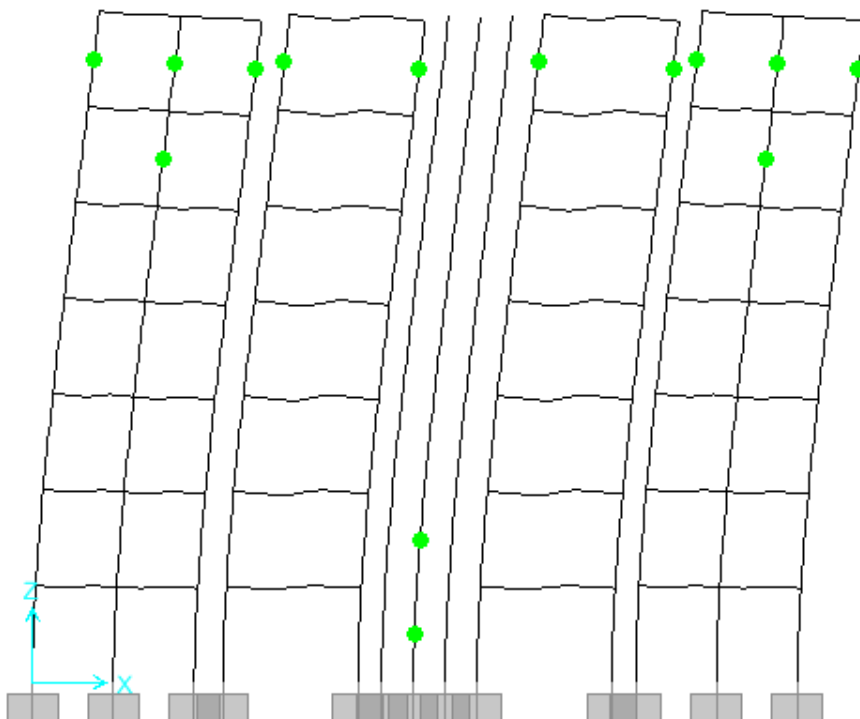


Figura 4.370 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

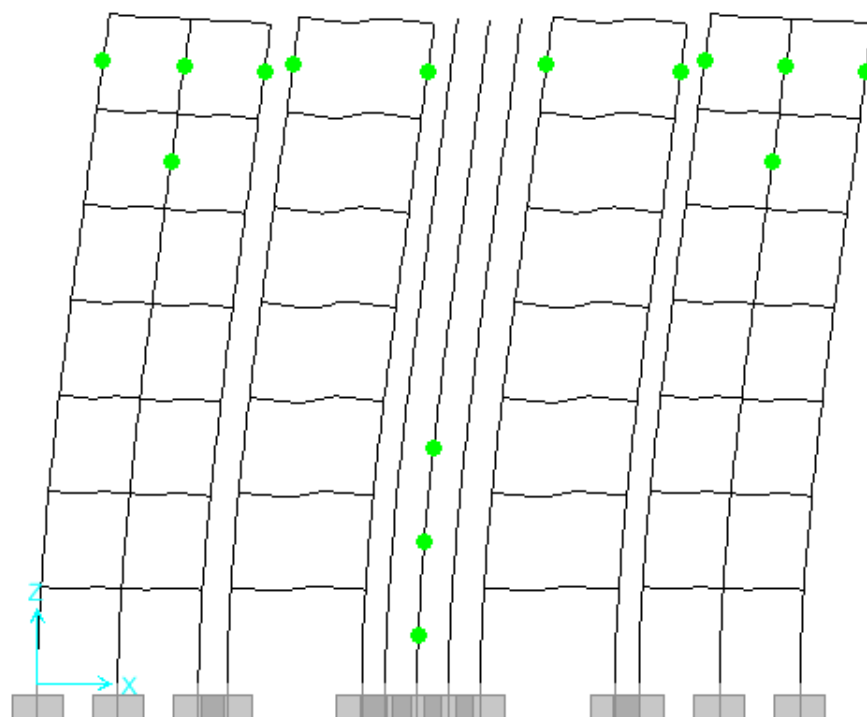


Figura 4.371 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

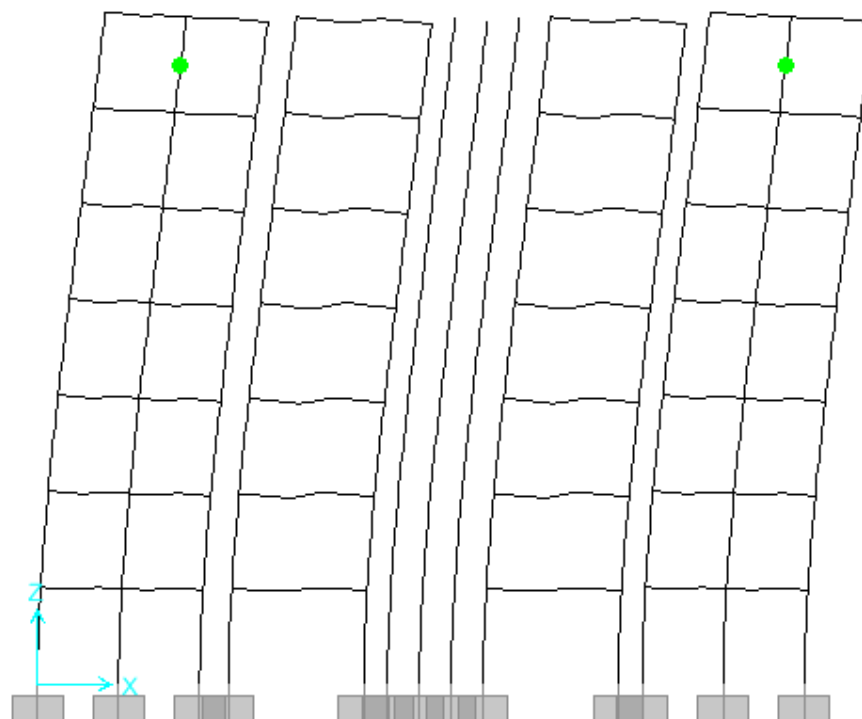


Figura 4.372 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

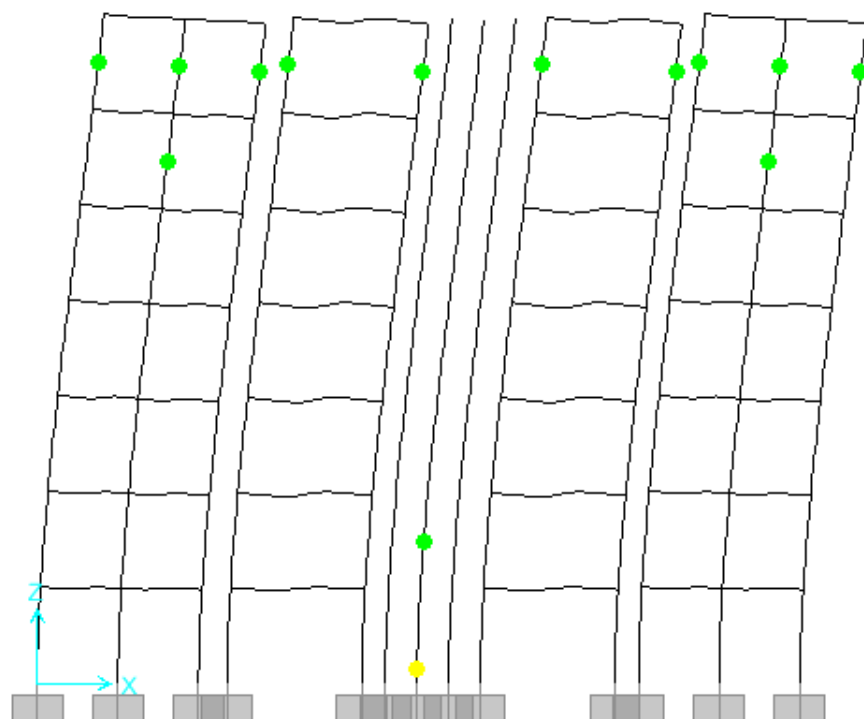


Figura 4.373 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

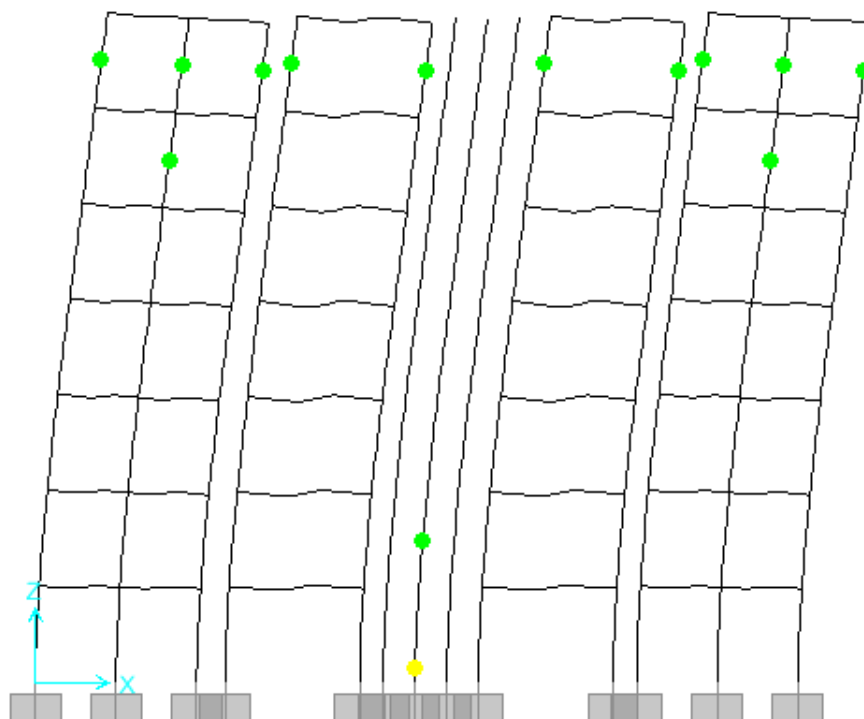


Figura 4.374 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

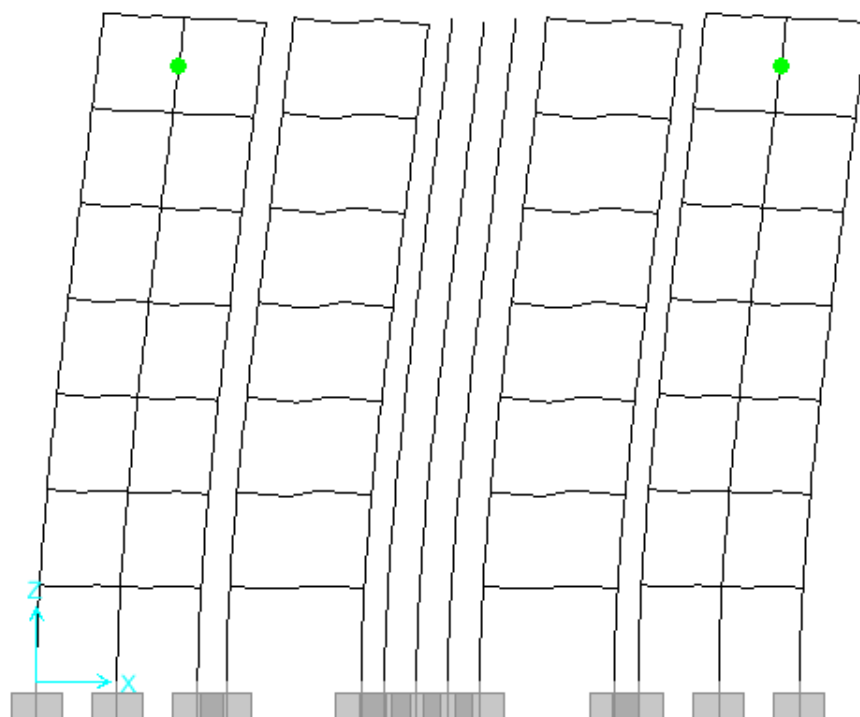


Figura 4.375 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

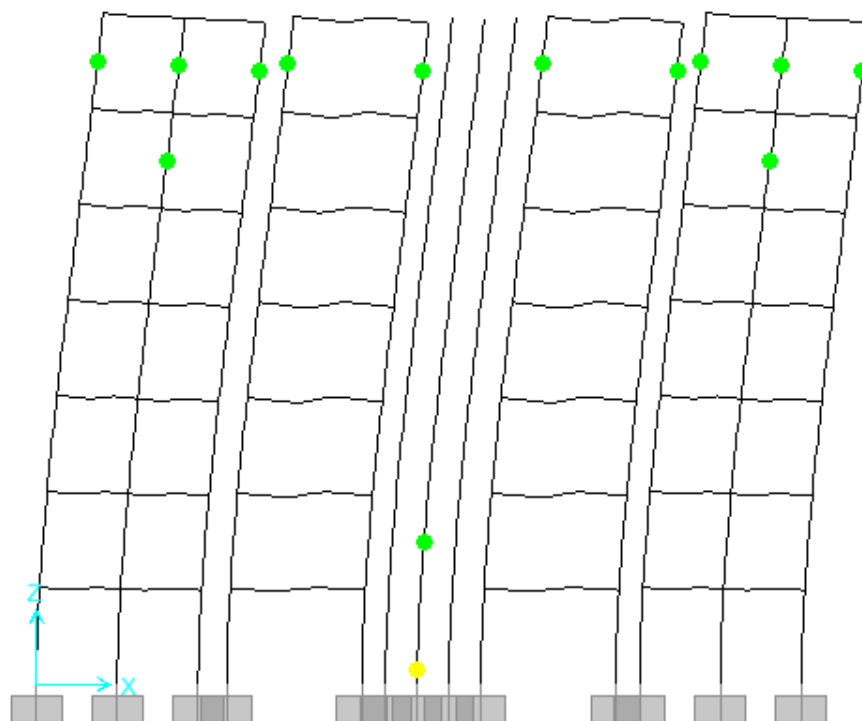


Figura 4.376 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

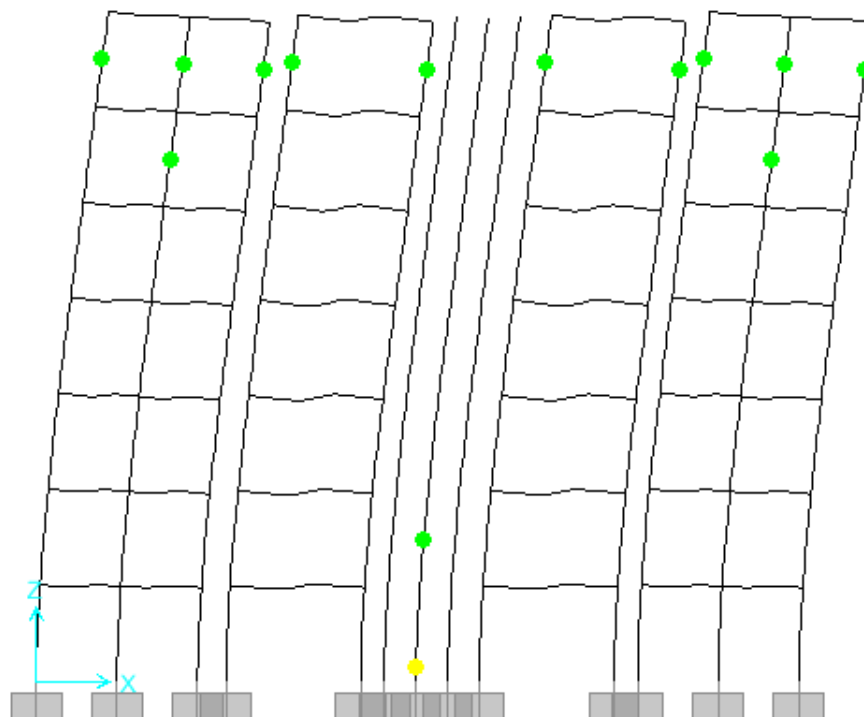


Figura 4.377 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.015 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

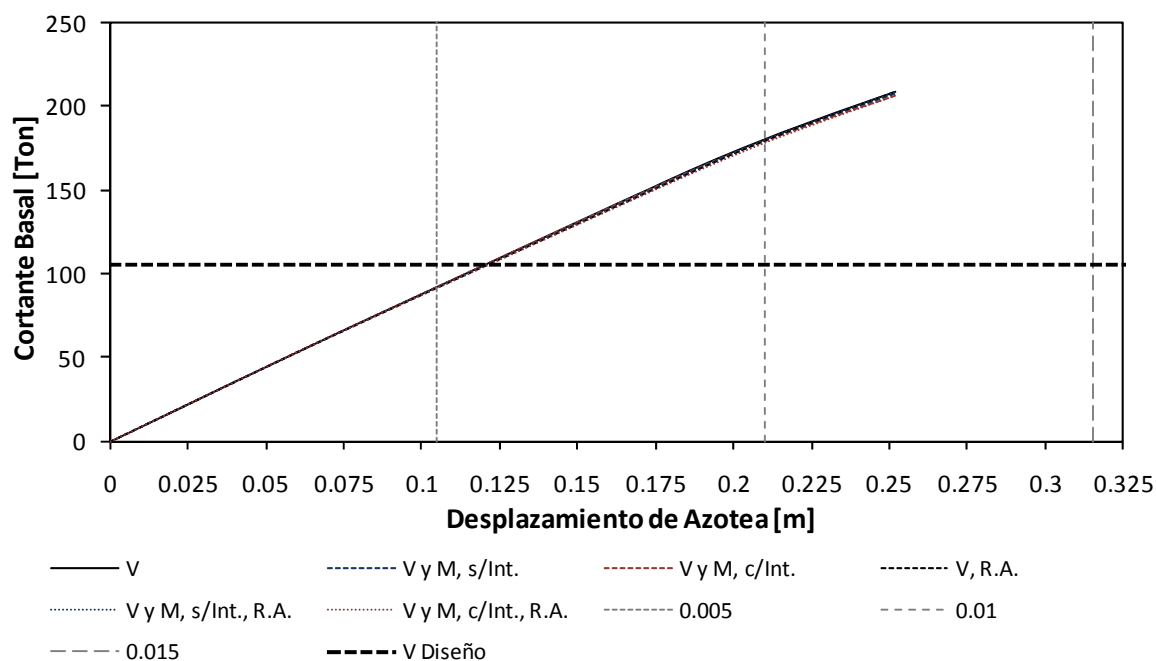


Figura 4.378 - Curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

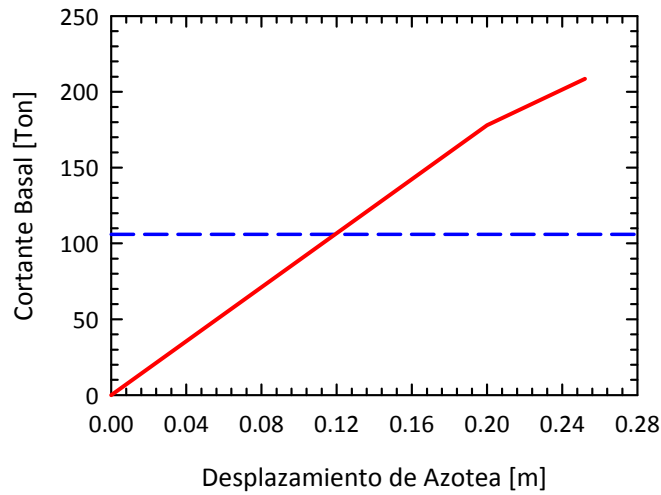


Figura 4.379 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V”, “V, R.A.”, “V y M, s/Int.” y “V y M, s/Int., R.A.”

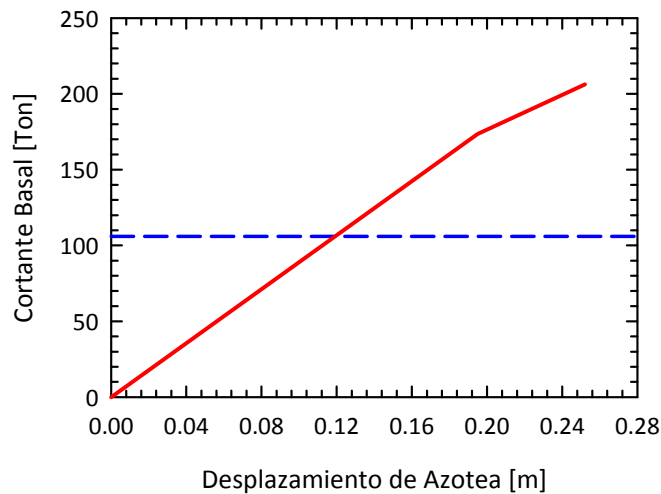


Figura 4.380 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, c/Int.” y “V y M, c/Int., R.A.”

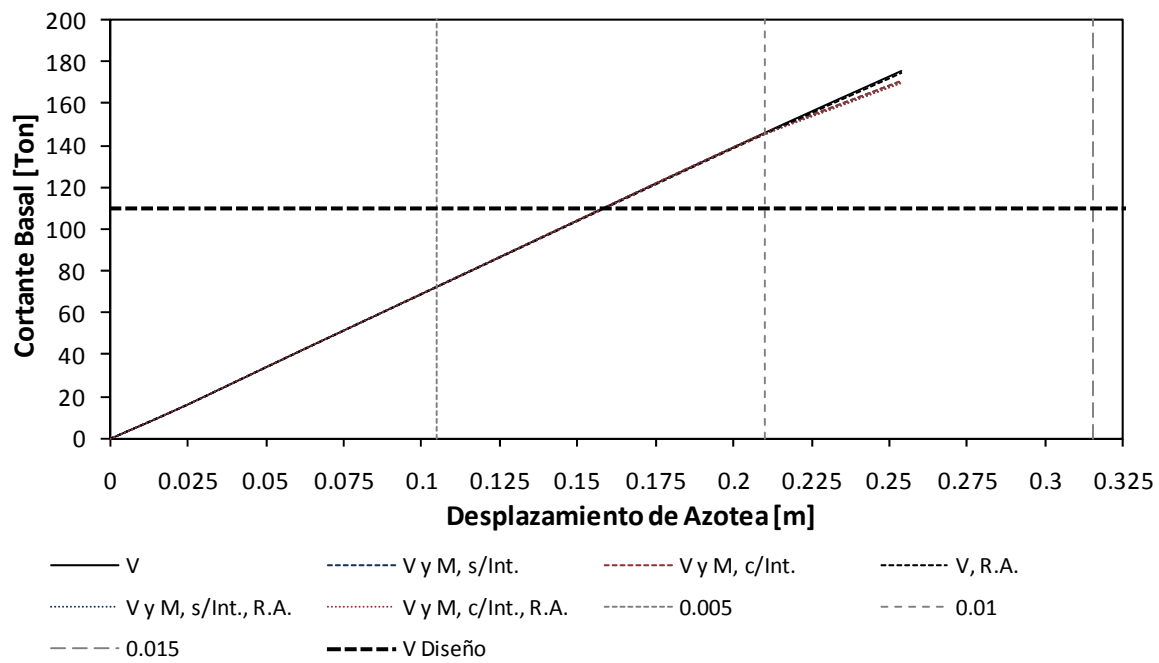


Figura 4.381 - Curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

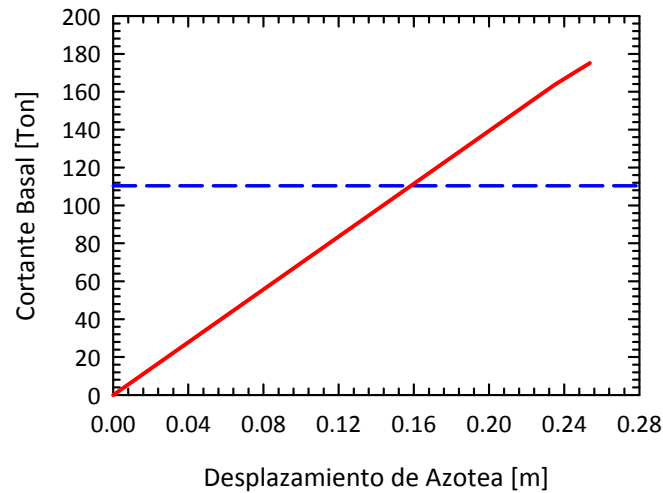


Figura 4.382 - Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos "V" y "V, R.A."

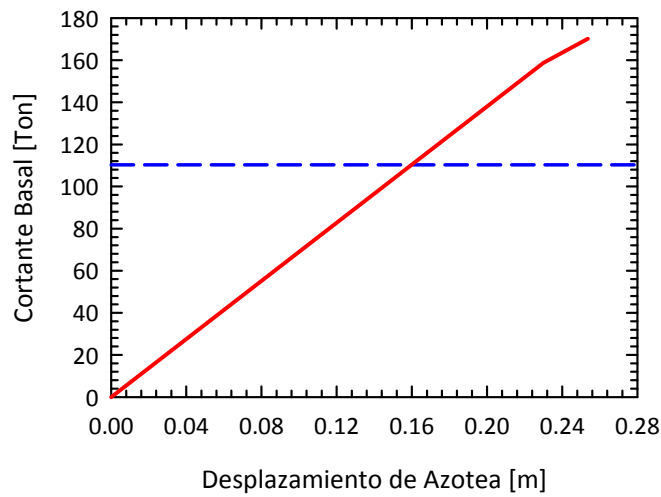


Figura 4.383 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.”, “V y M, c/Int.”, “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

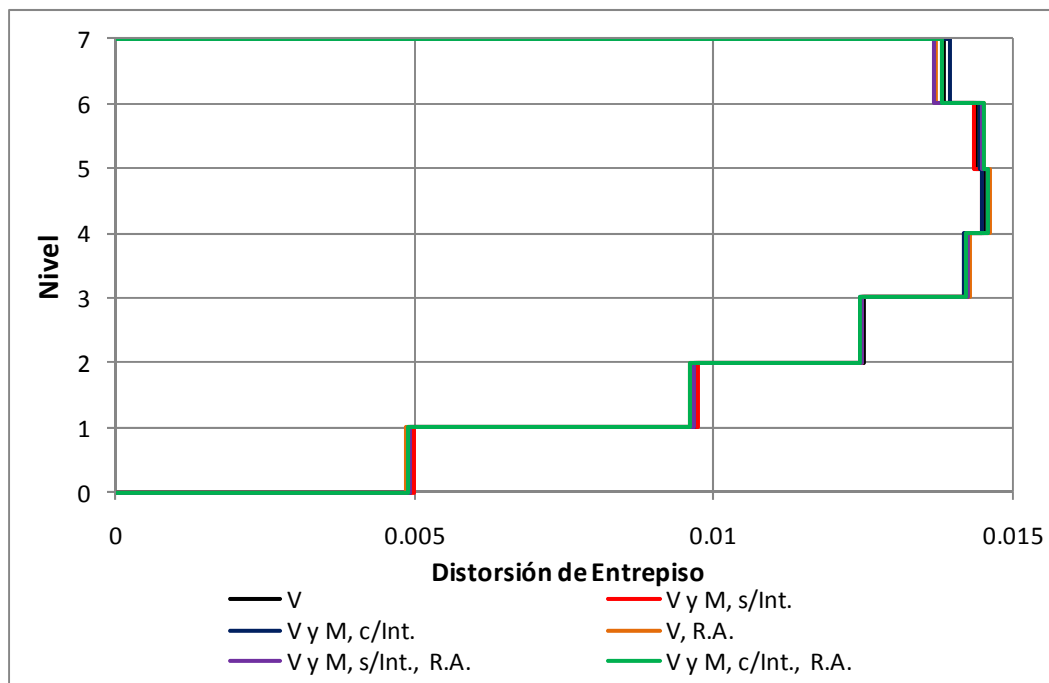


Figura 4.384 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

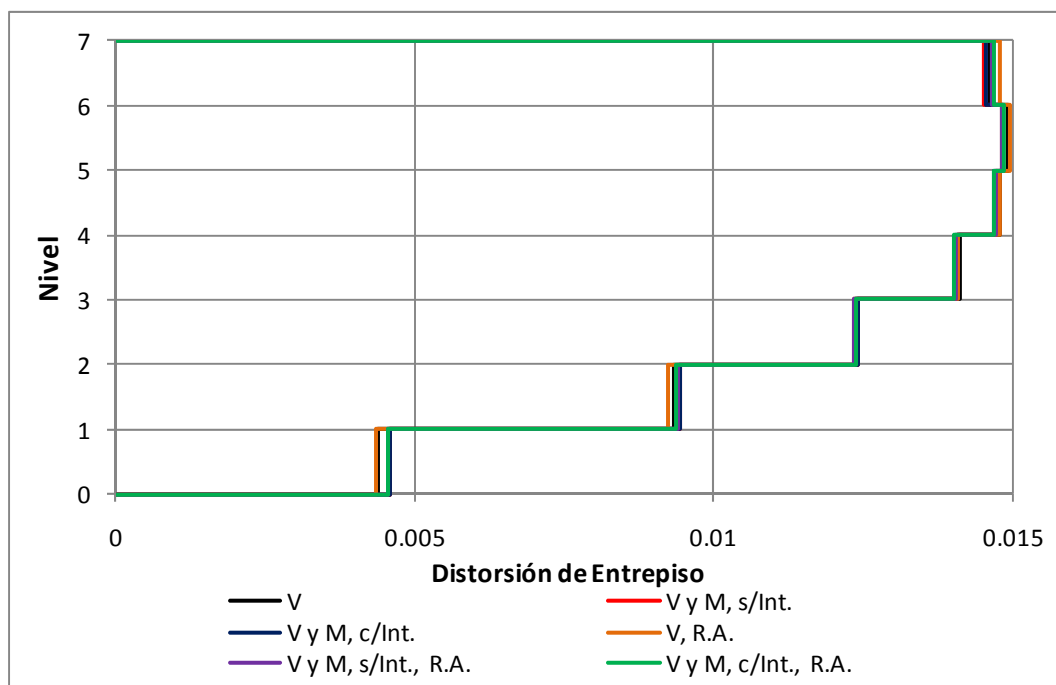


Figura 4.385 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

4.2.3 MÉTODO SIMPLIFICADO

4.2.3.1 EDIFICIO DE CUATRO NIVELES

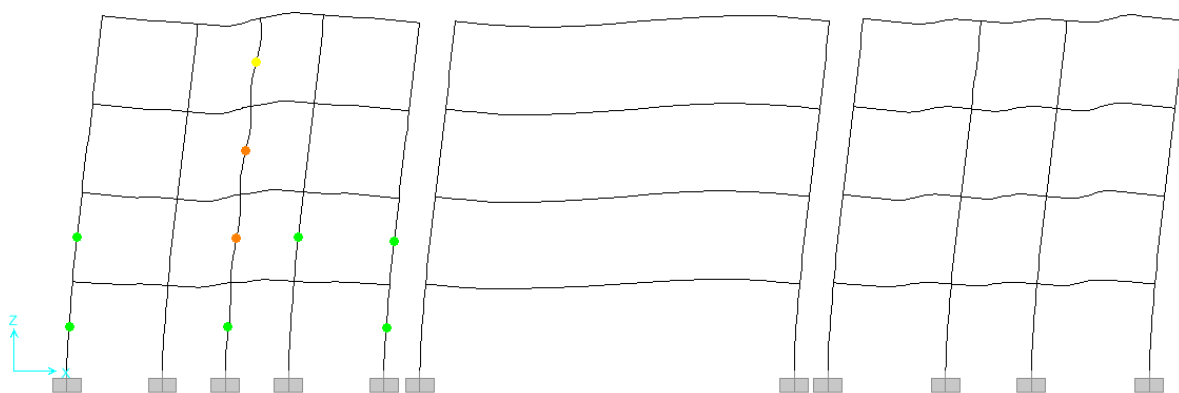


Figura 4.386 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

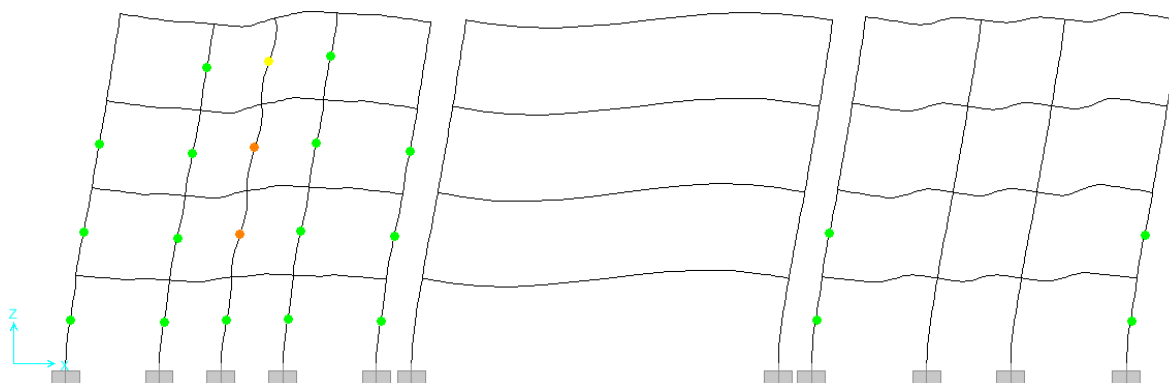


Figura 4.387 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.008 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

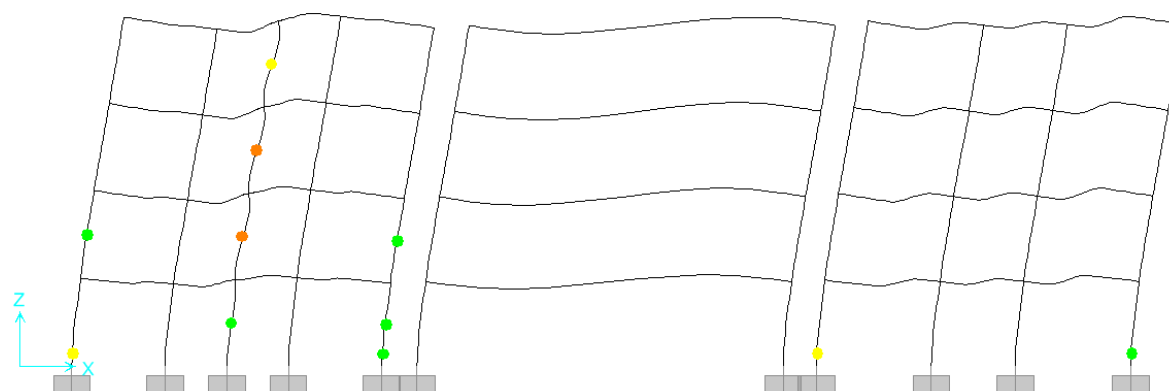


Figura 4.388 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

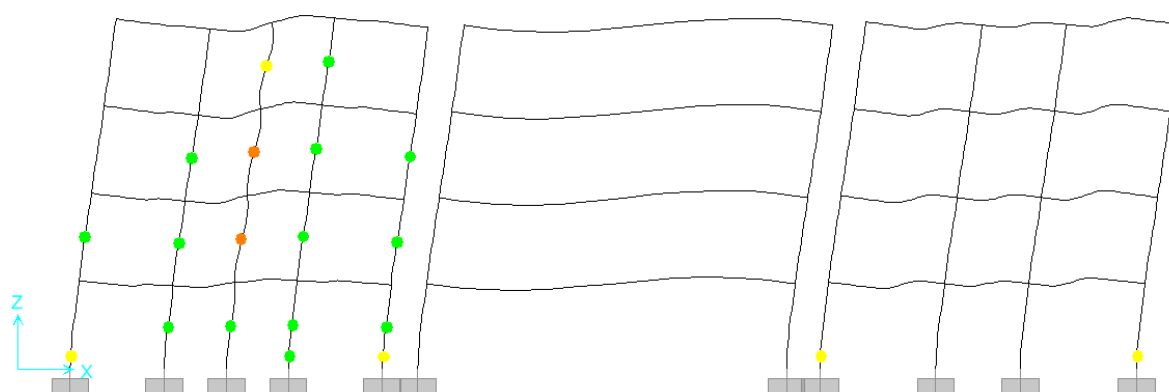


Figura 4.389 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.007 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

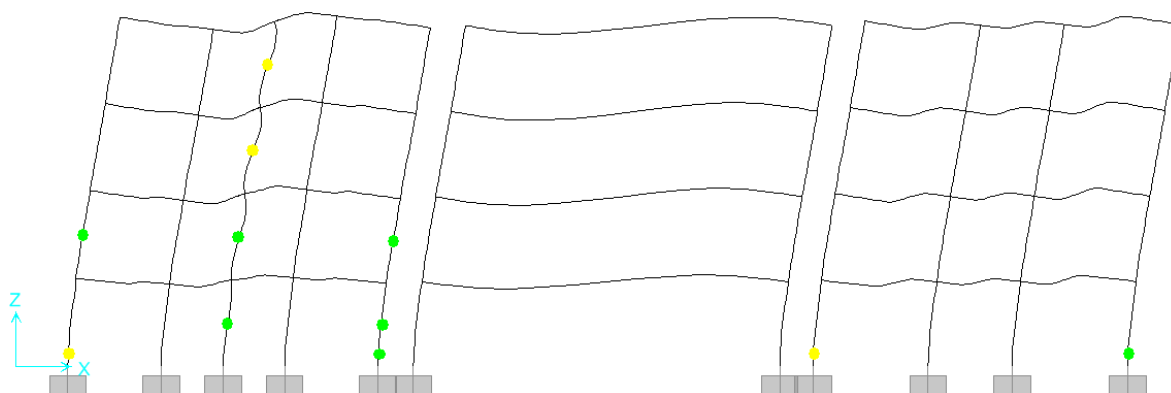


Figura 4.390 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

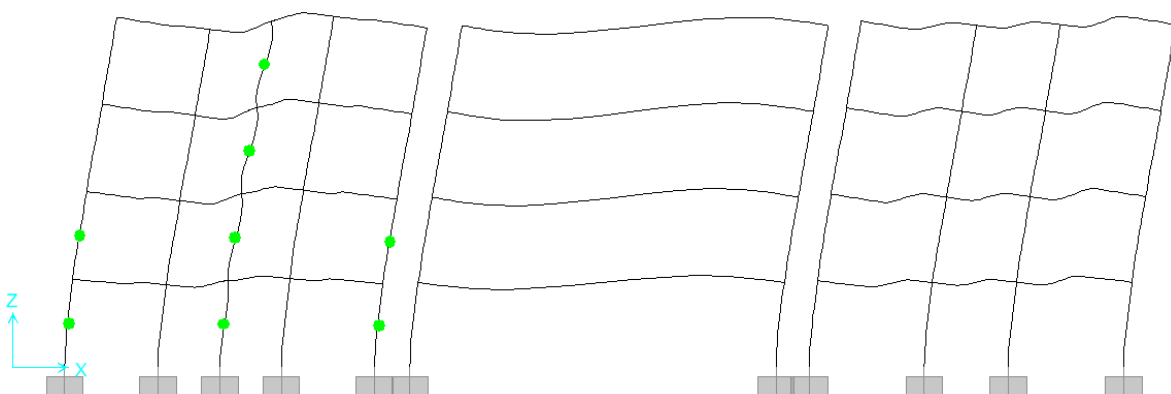


Figura 4.391 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

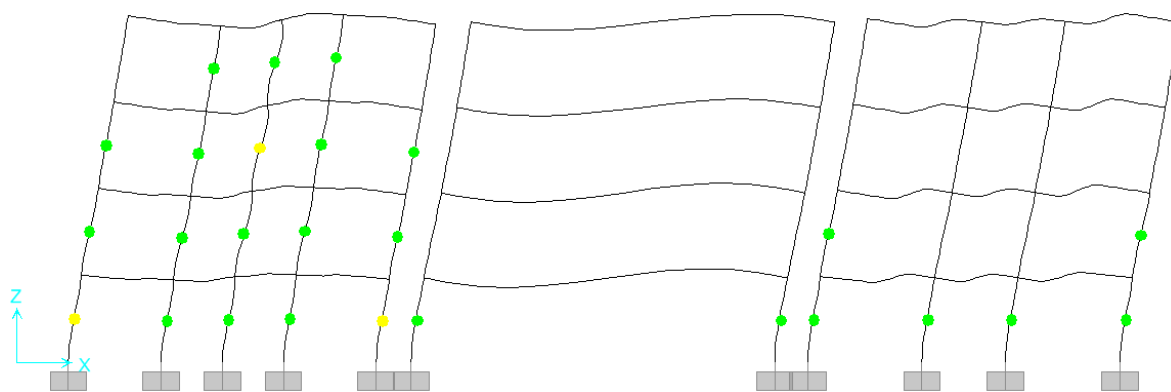


Figura 4.392 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.009 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

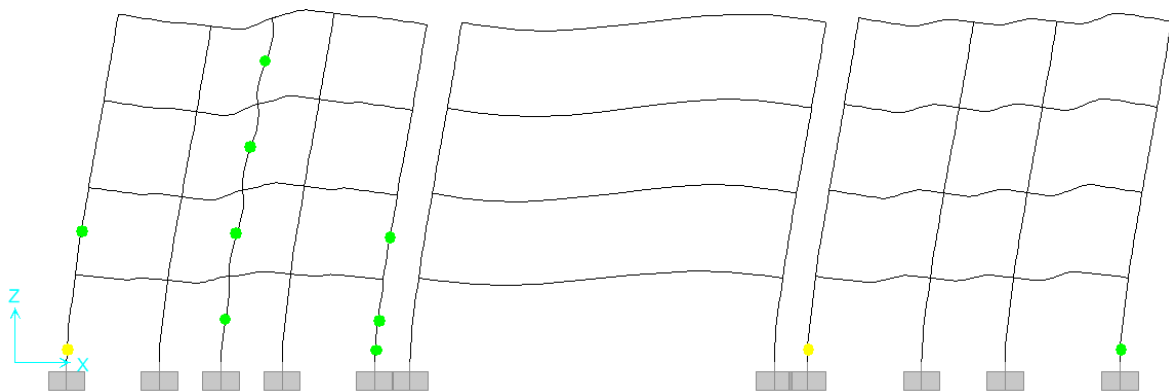


Figura 4.393 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado



Figura 4.394 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

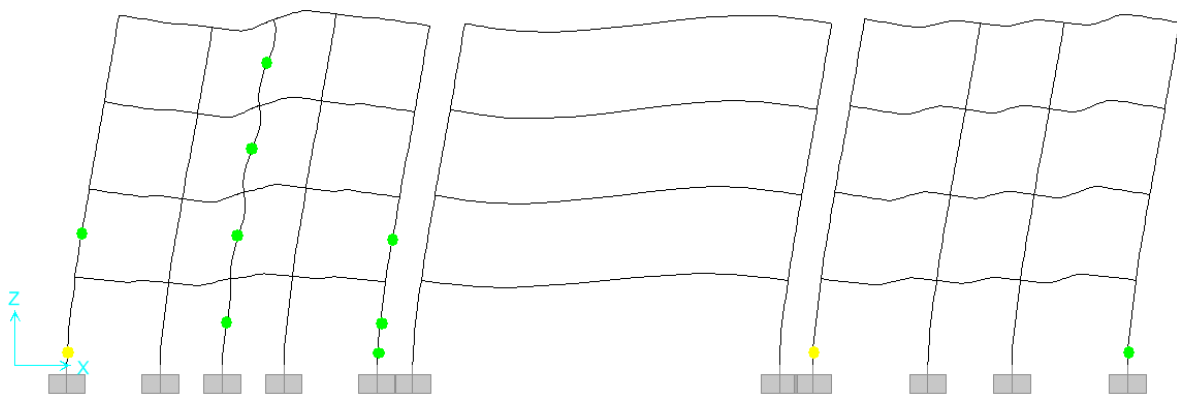


Figura 4.395 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

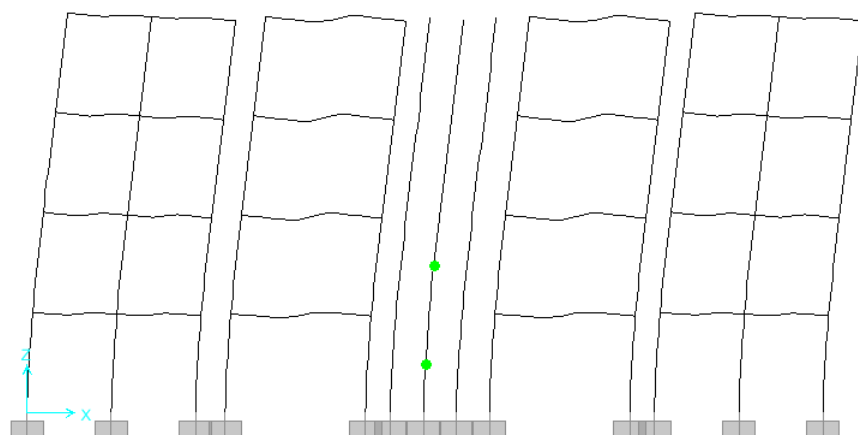


Figura 4.396 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

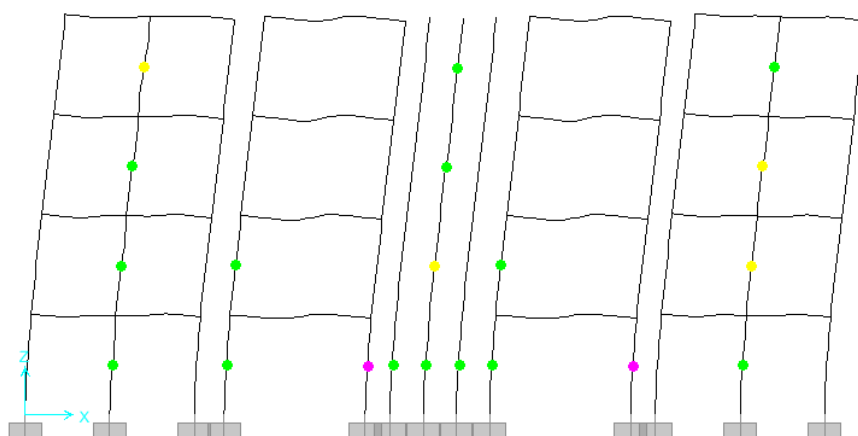


Figura 4.397 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

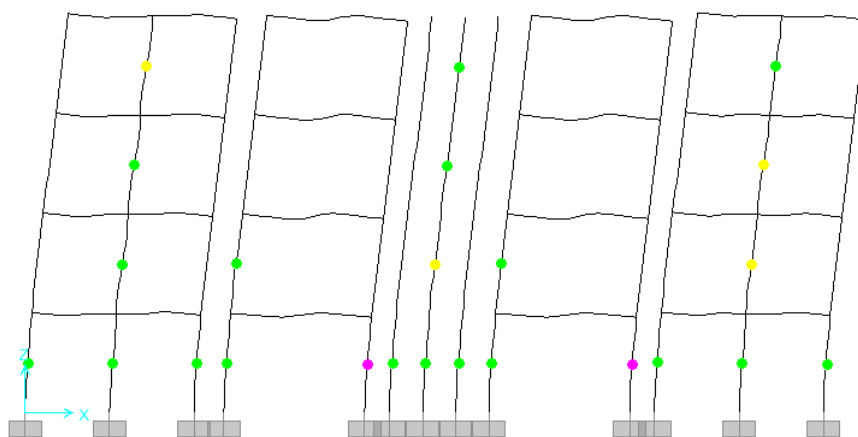


Figura 4.398 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

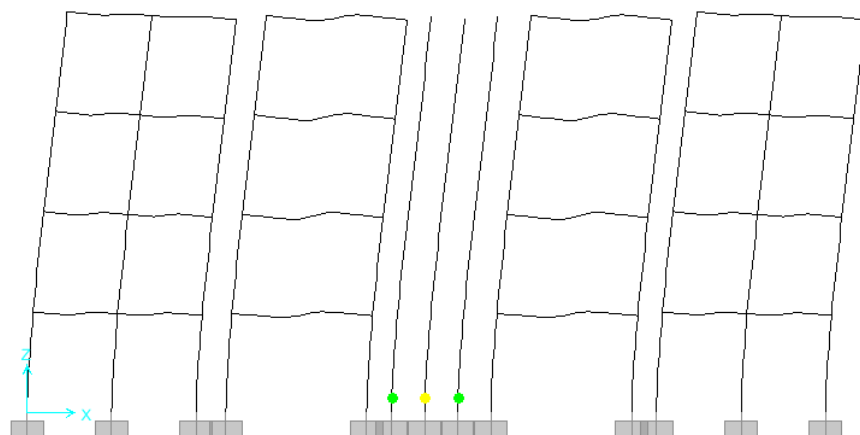


Figura 4.399 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

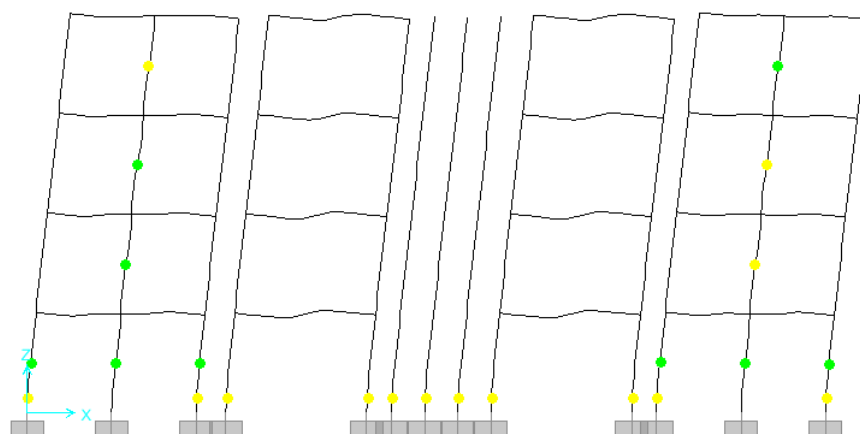


Figura 4.400 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

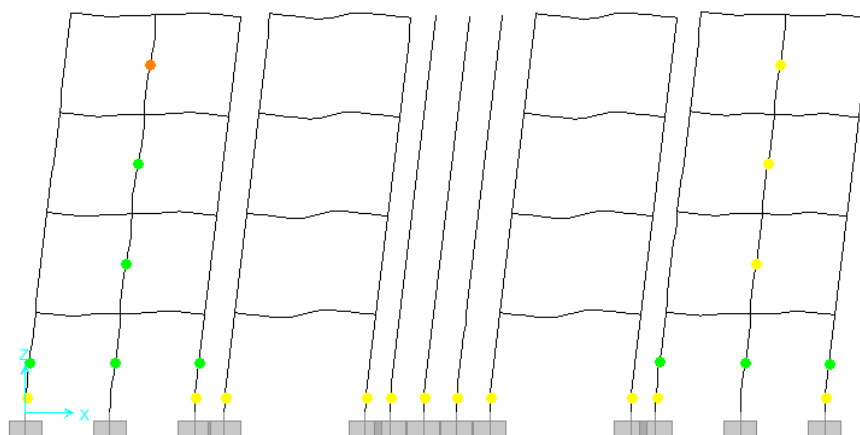


Figura 4.401 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

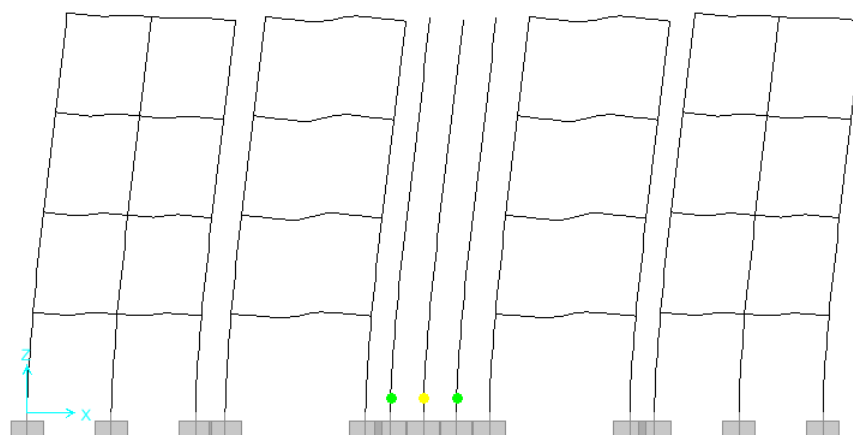


Figura 4.402 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

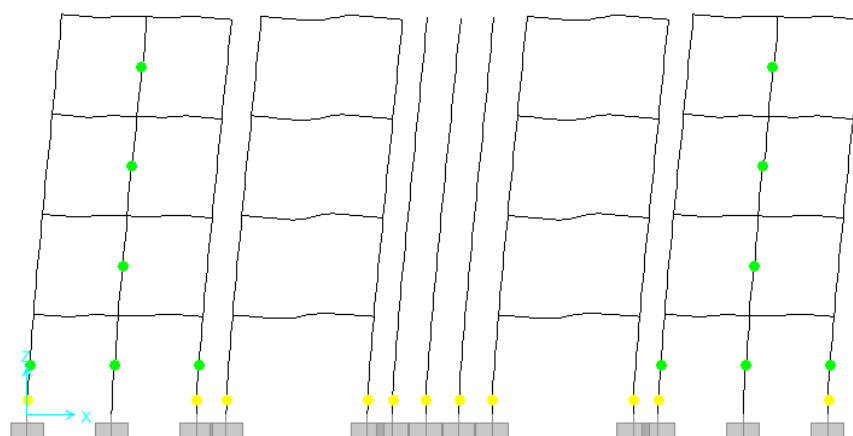


Figura 4.403 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.008 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

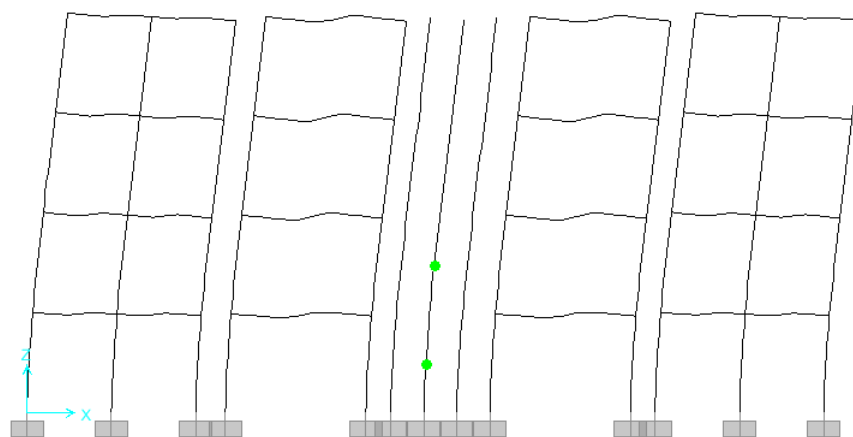


Figura 4.404 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

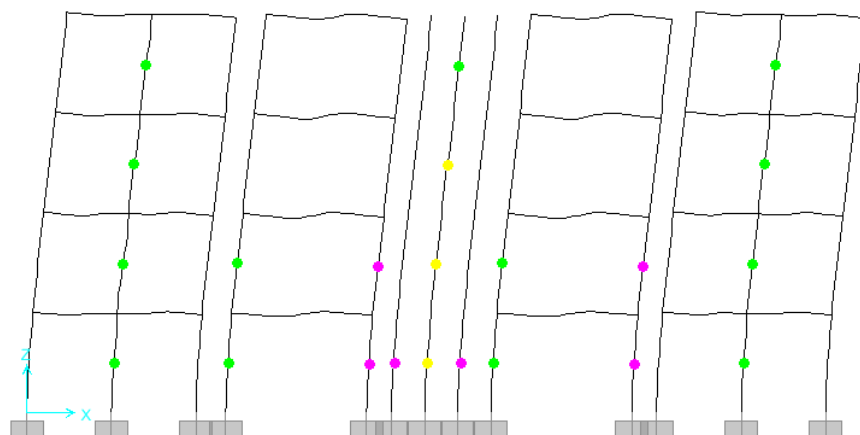


Figura 4.405 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

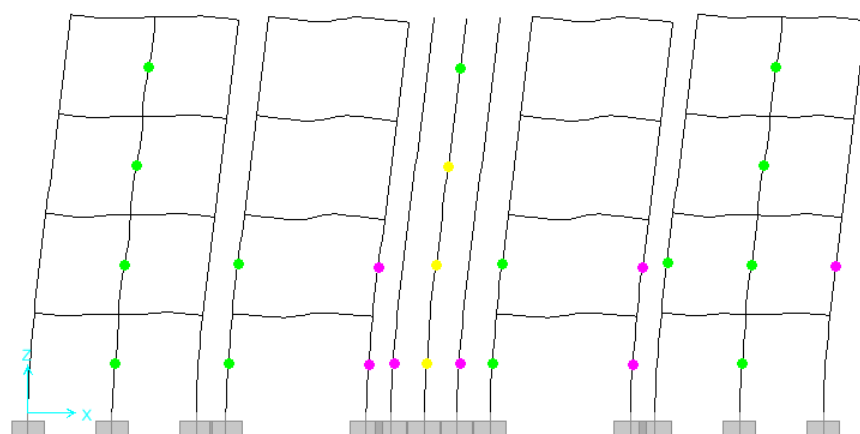


Figura 4.4061 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

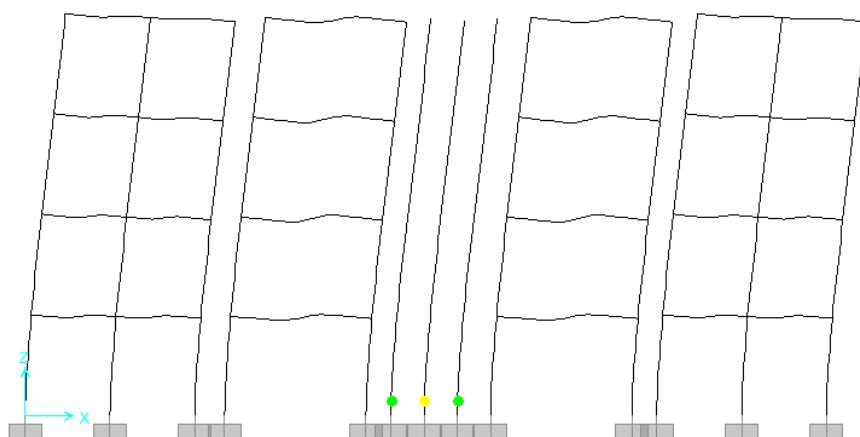


Figura 4.407 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

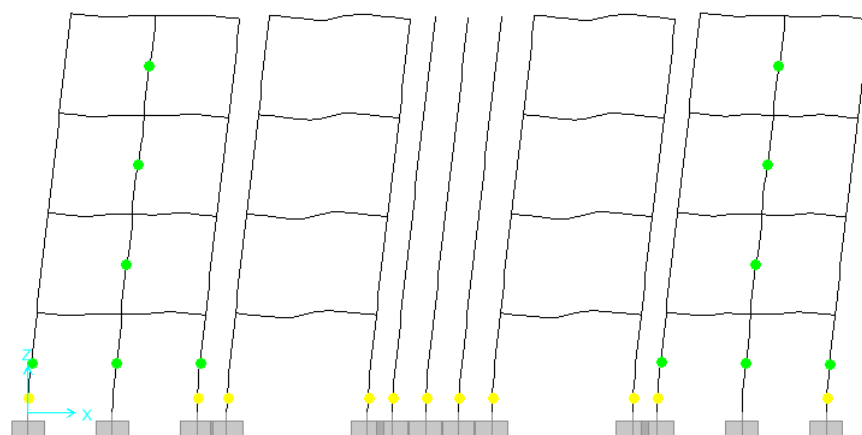


Figura 4.408 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

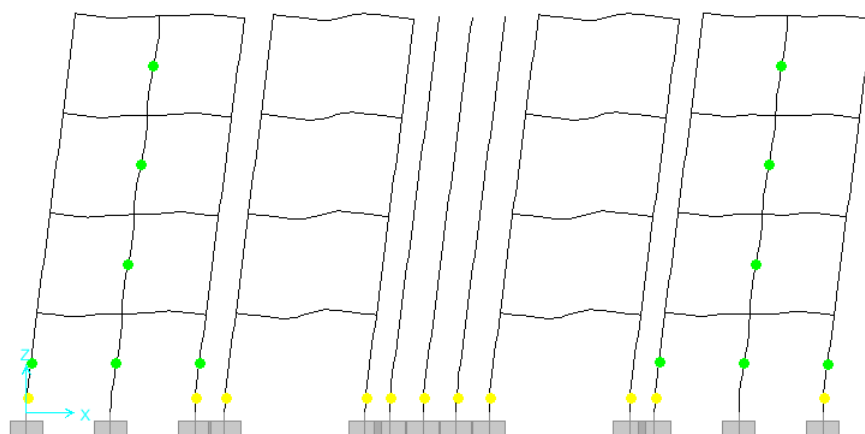


Figura 4.409 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

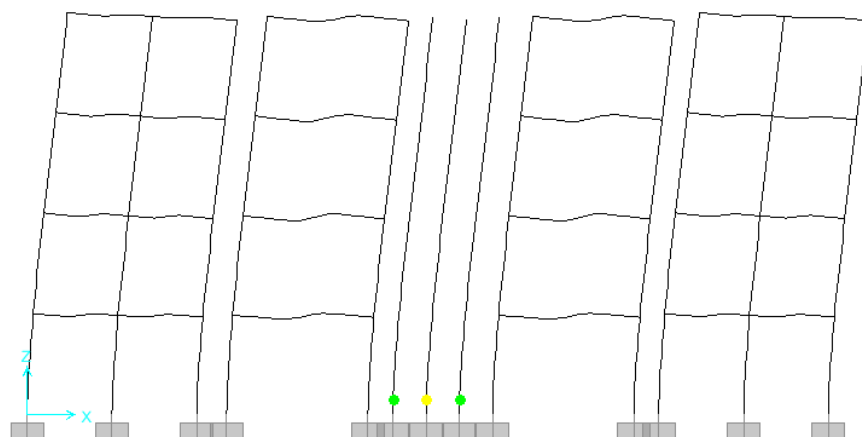


Figura 4.410 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

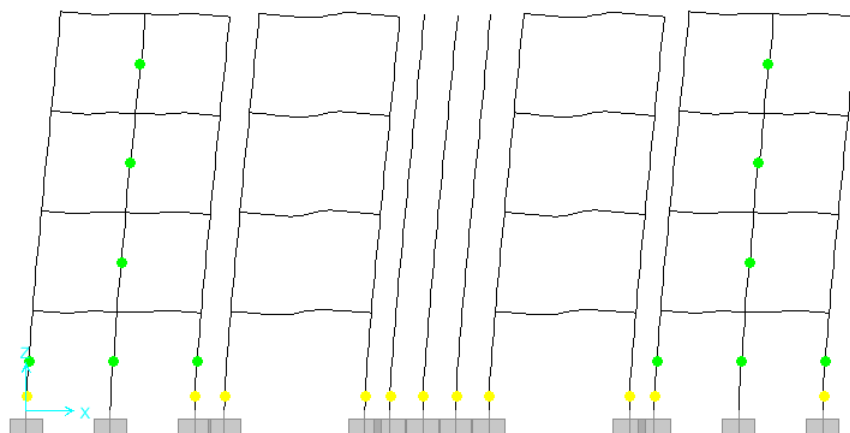


Figura 4.411 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.008 para el modelo “V y M c/Int., R.A.” en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

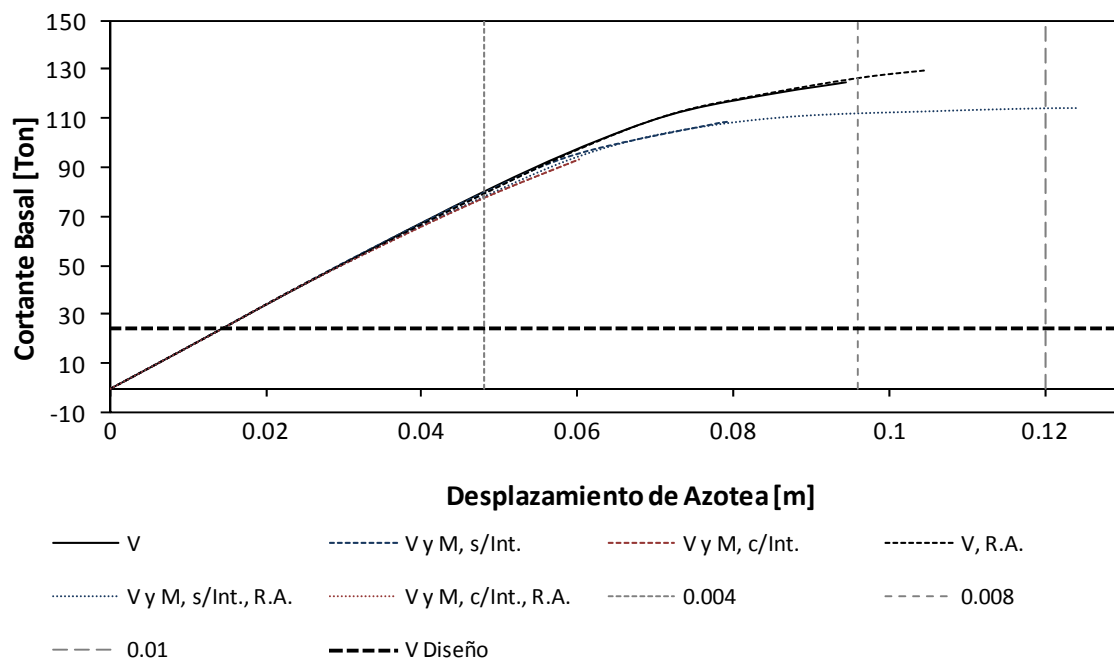


Figura 4.412 - Curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

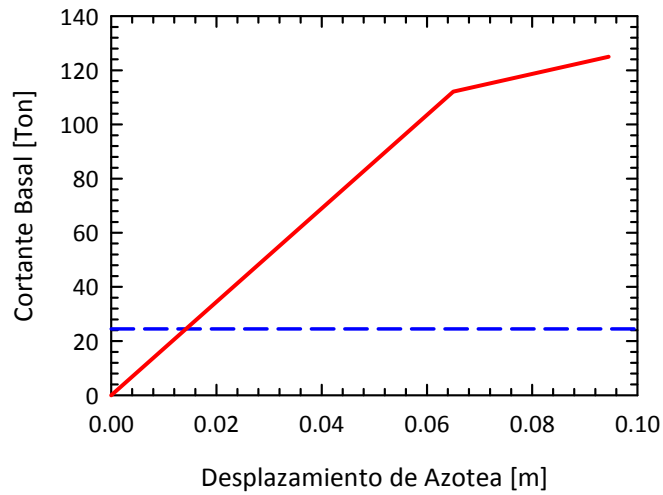


Figura 4. 413 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente al modelo “V”

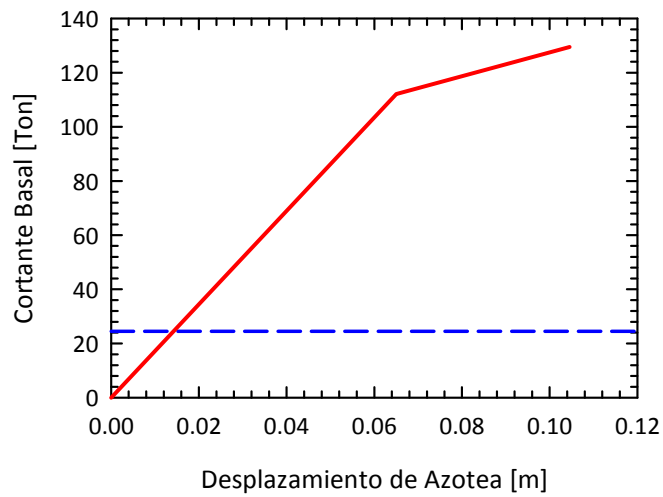


Figura 4.414 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente al modelo “V, R.A.”

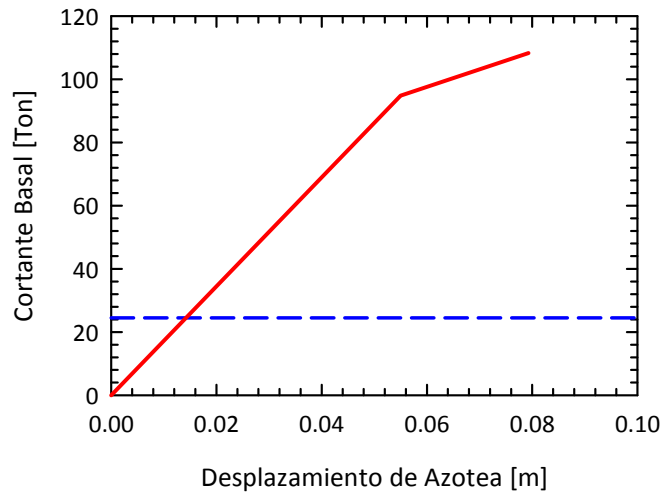


Figura 4.415 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente al modelo "V y M, s/Int."

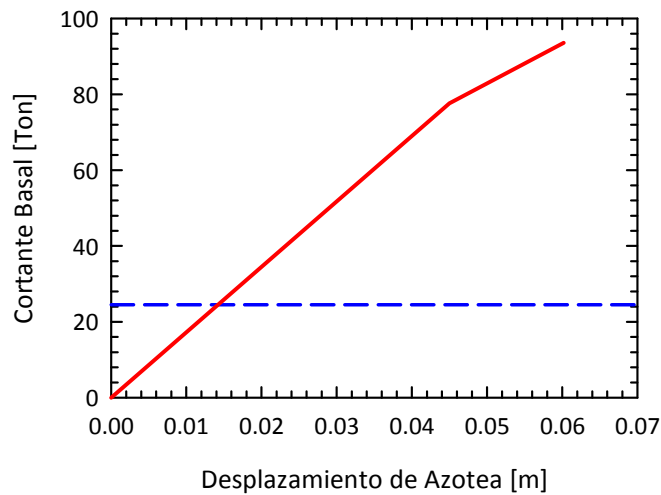


Figura 4.416 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente a los modelos "V y M, c/Int." y "V y M, c/Int., R.A."

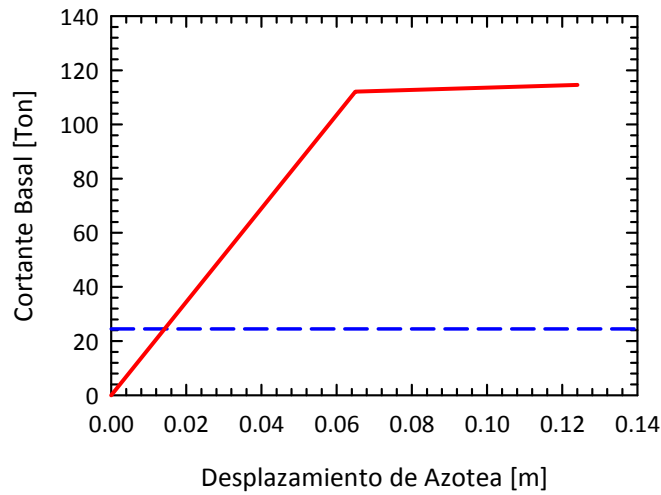


Figura 4.417 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente al modelo “V y M, s/Int., R.A.”

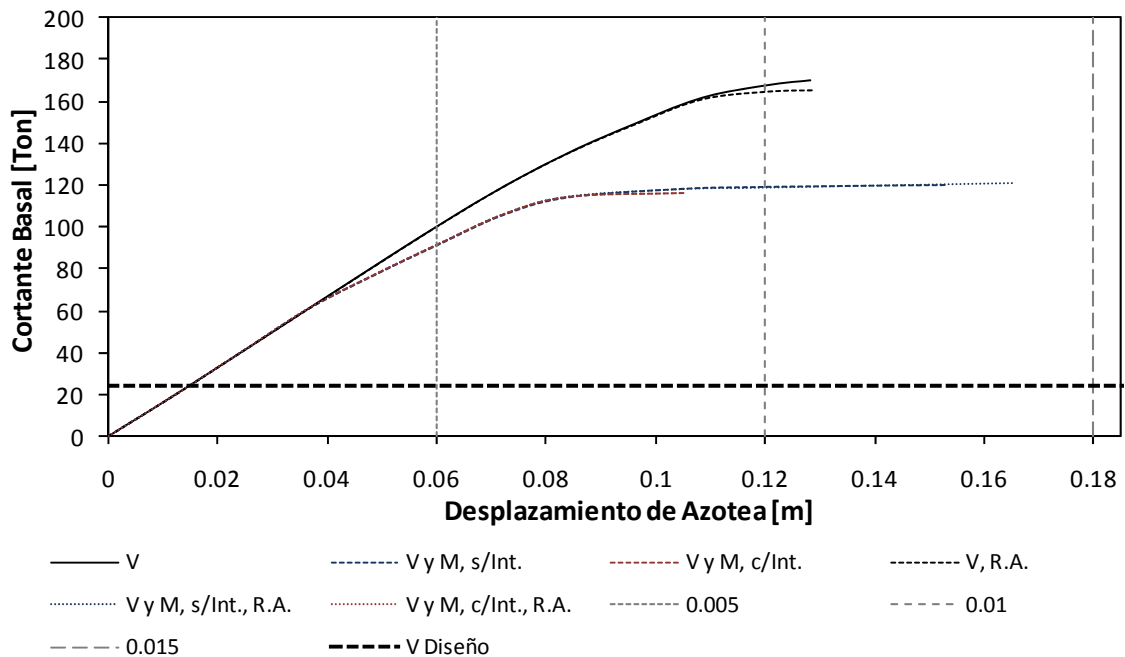


Figura 4.418 - Curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

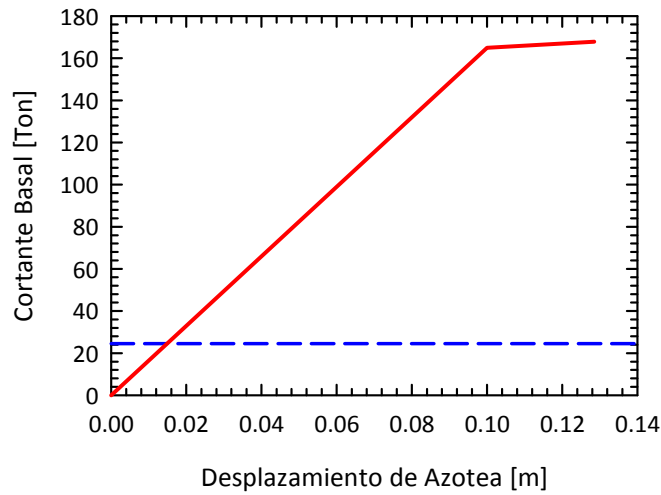


Figura 4.419 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente a los modelos “V” y “V, R.A.”

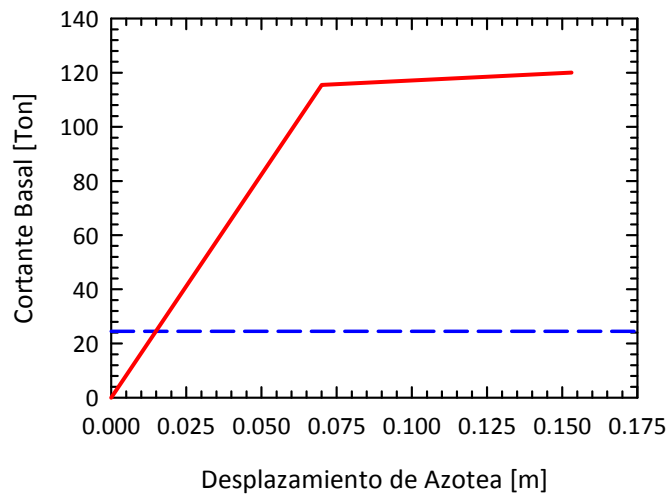


Figura 4.420 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente al modelo “V y M, s/Int.”

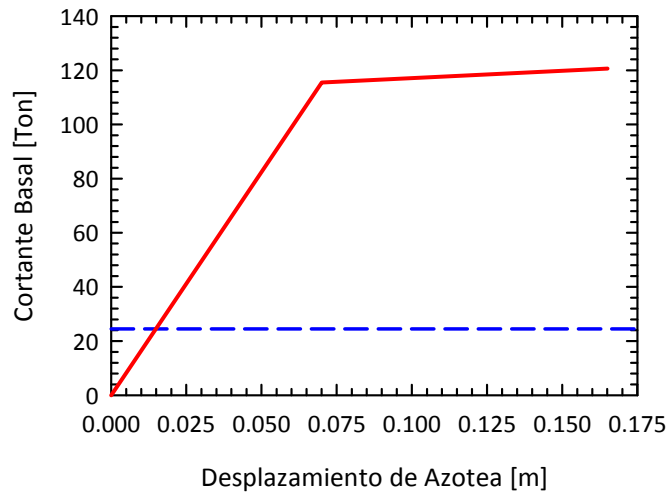


Figura 4.421 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente al modelo “V y M, s/Int., R.A.”

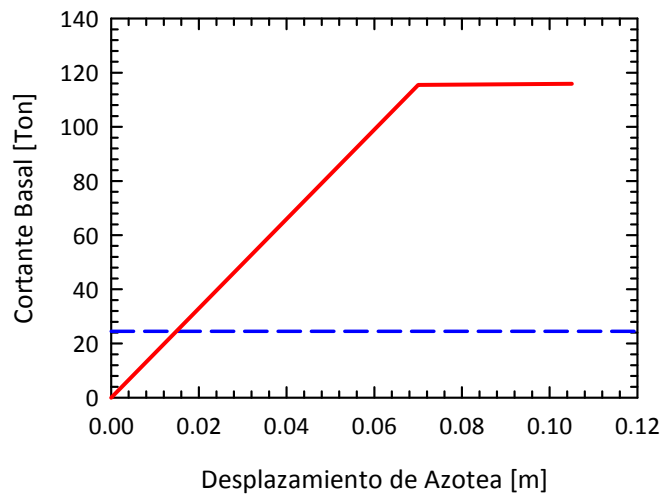


Figura 4.422 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente a los modelos “V y M, c/Int.” y “V y M, c/Int., R.A.”

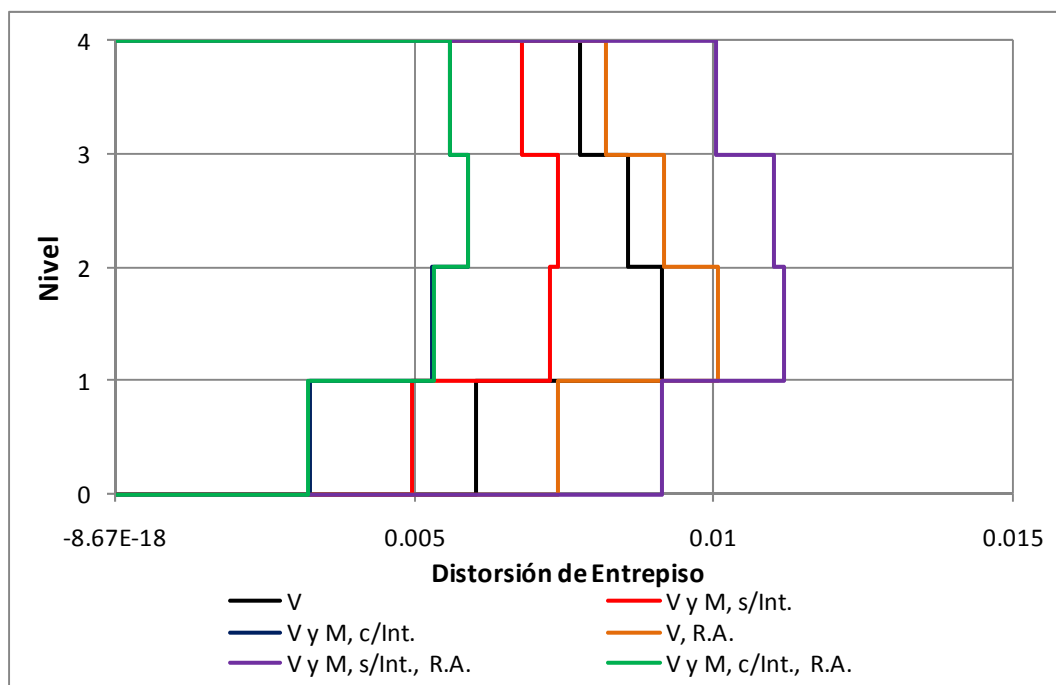


Figura 4.423 – Distorsiones de entepiso últimas en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

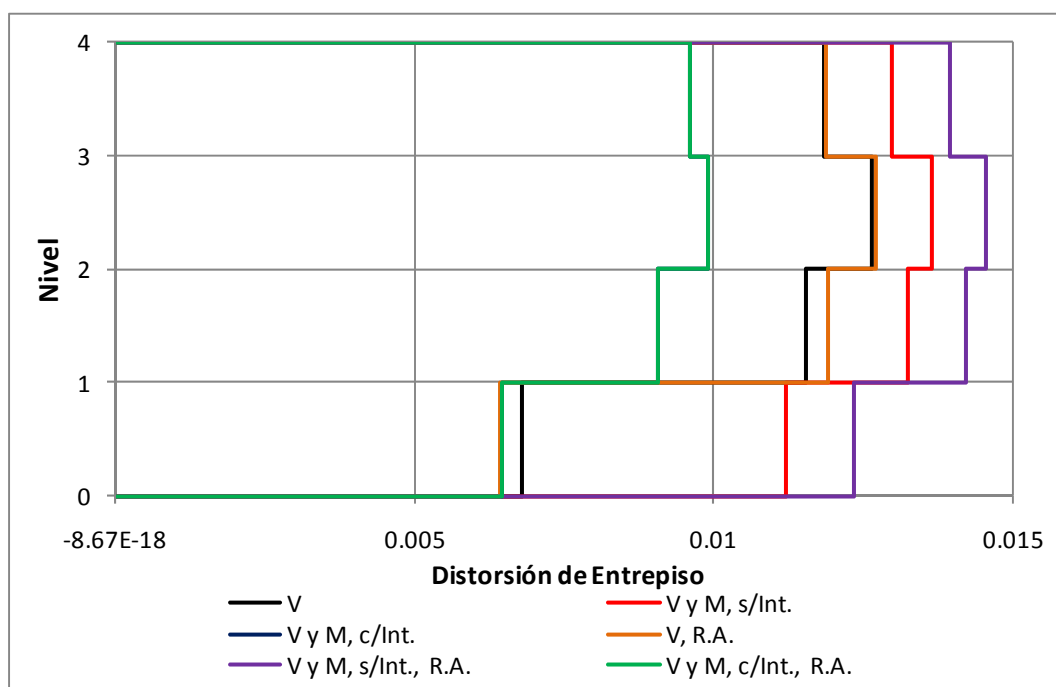


Figura 4.424 – Distorsiones de entepiso últimas en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

4.2.3.2 EDIFICIO DE SEIS NIVELES

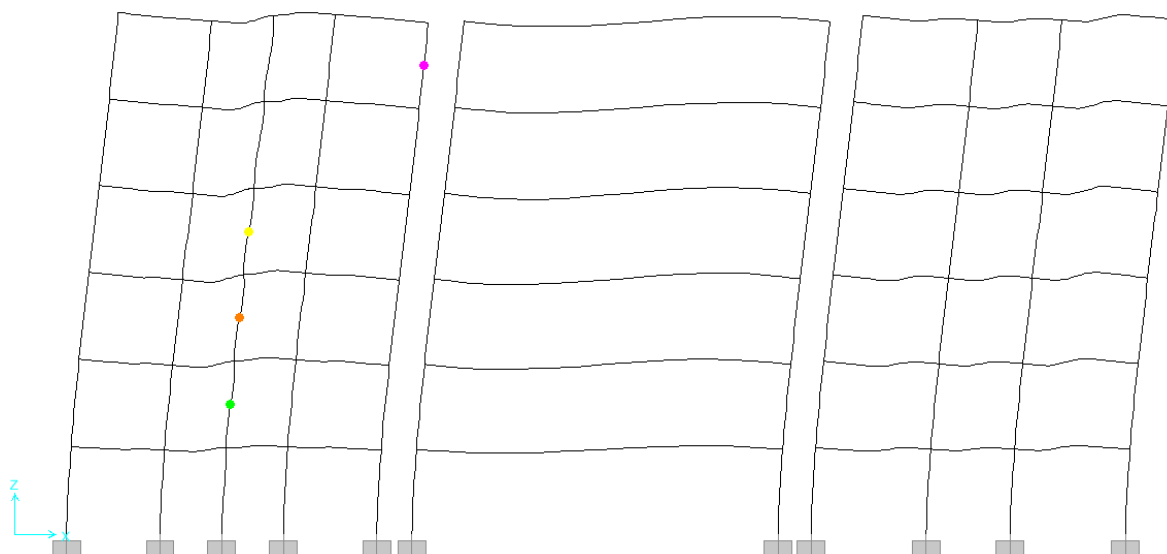


Figura 4.425 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

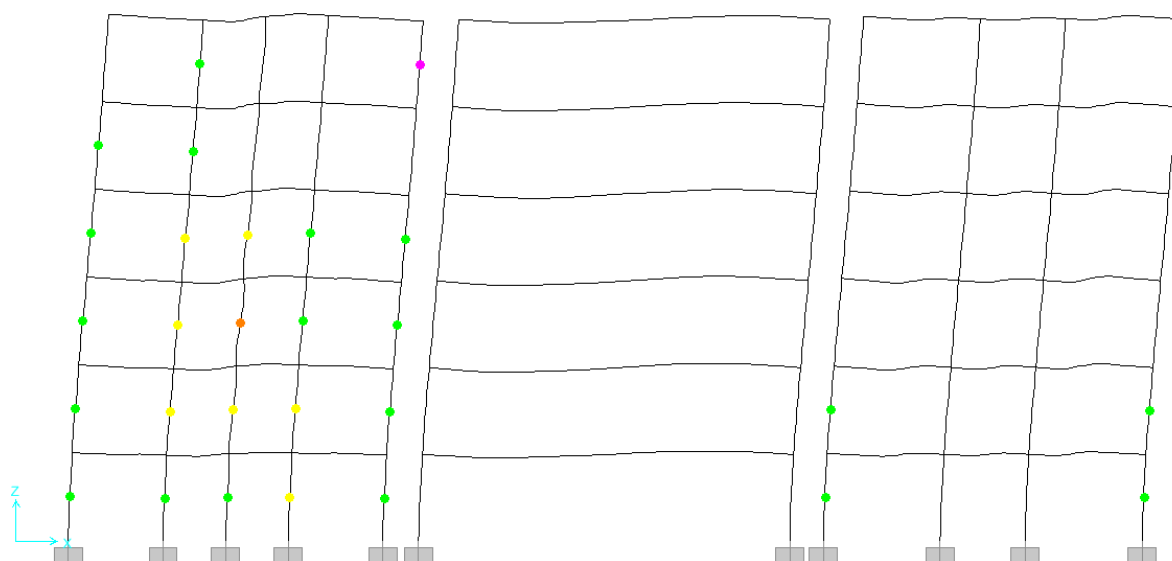


Figura 4.426 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.009 para el modelo "V" en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

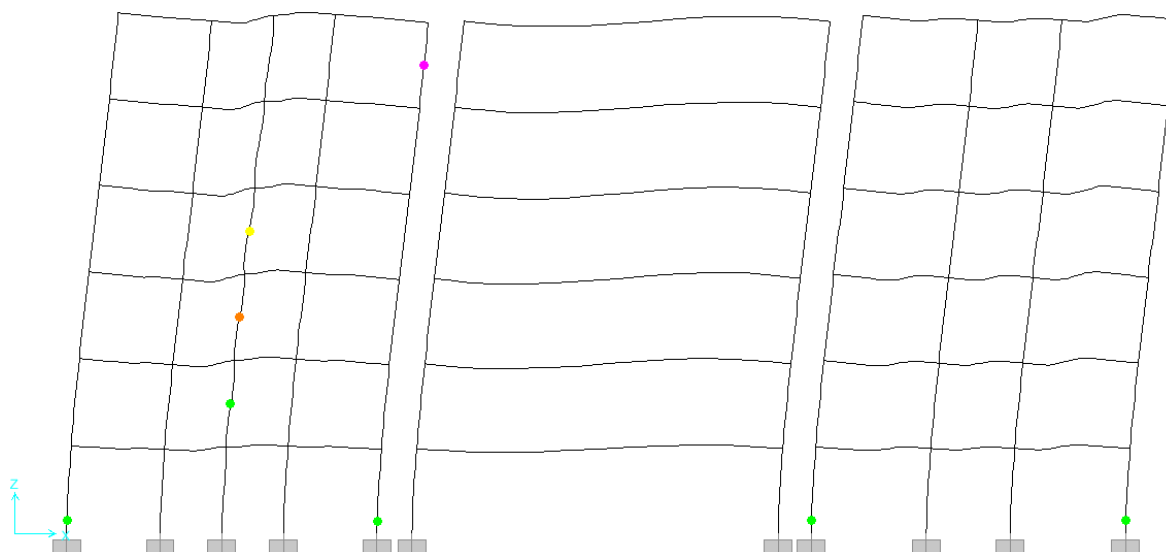


Figura 4.427 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

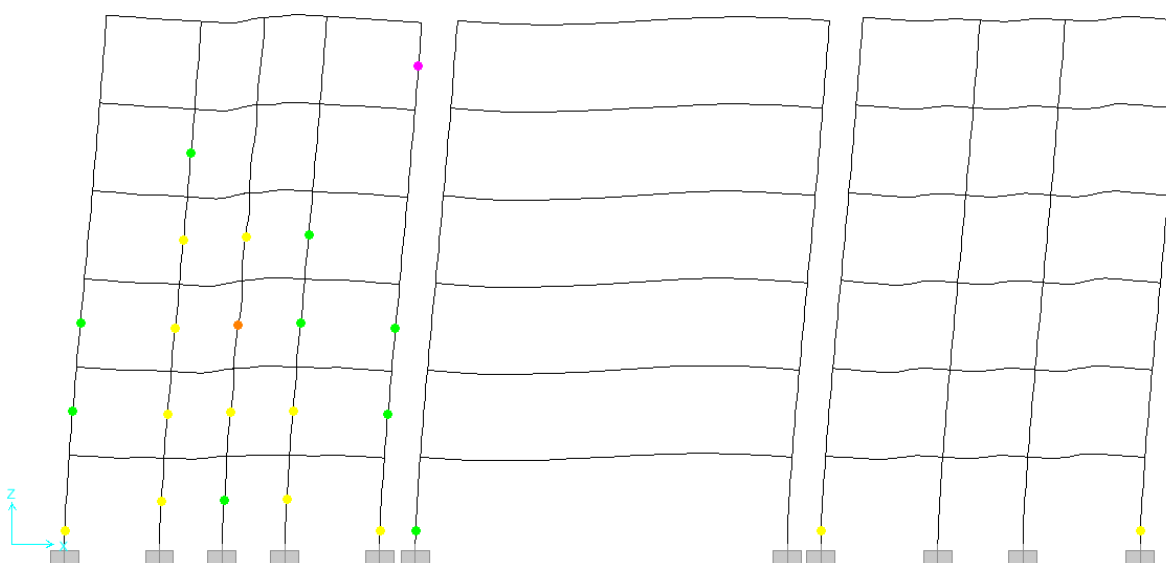


Figura 4.428 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.009 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

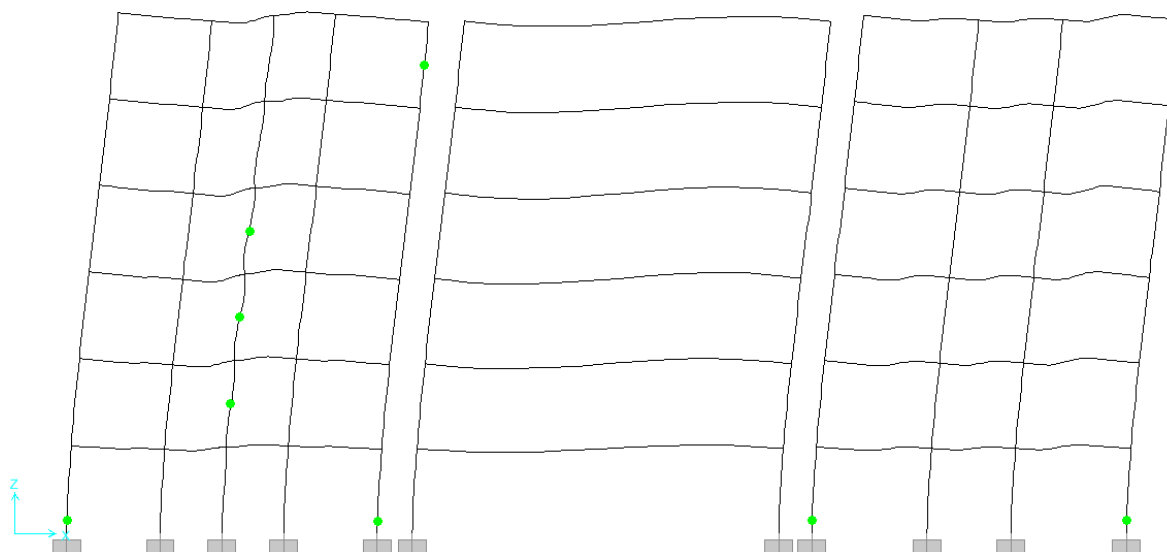


Figura 4.429 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

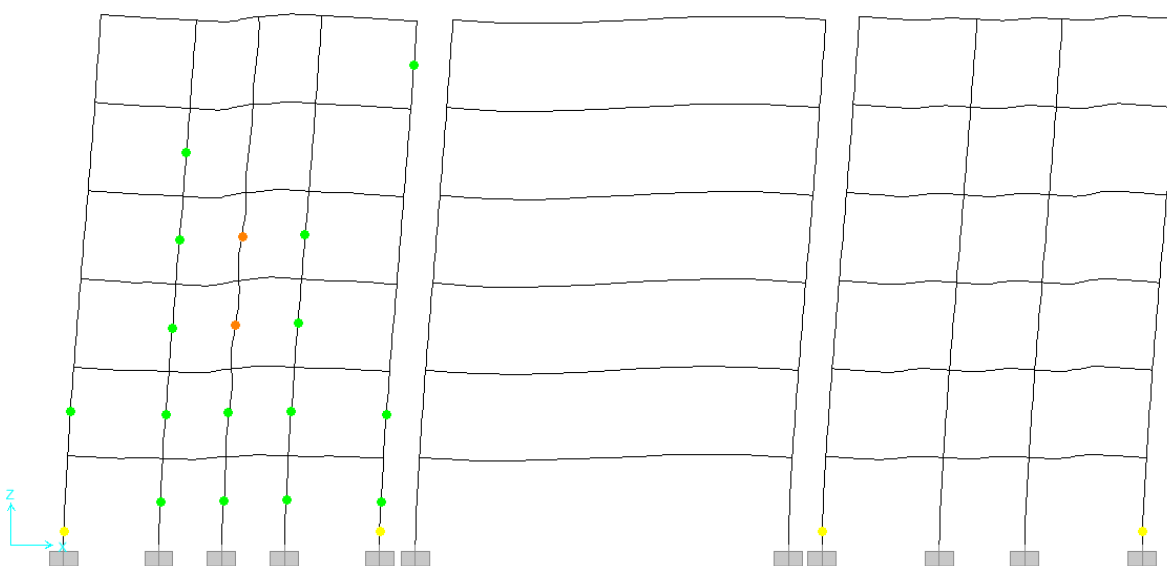


Figura 4.430 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.008 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

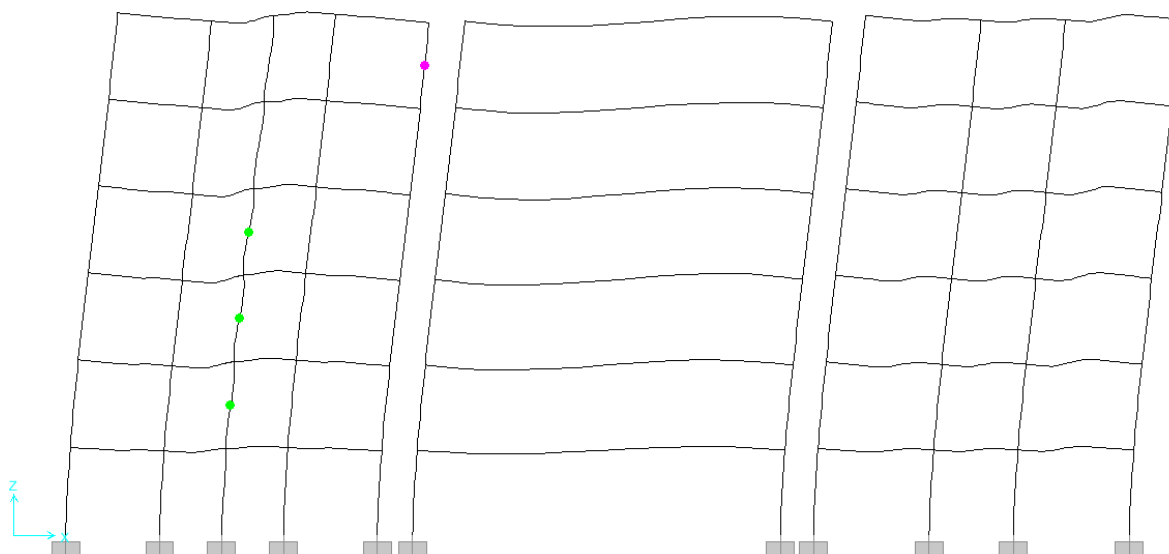


Figura 4.431 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

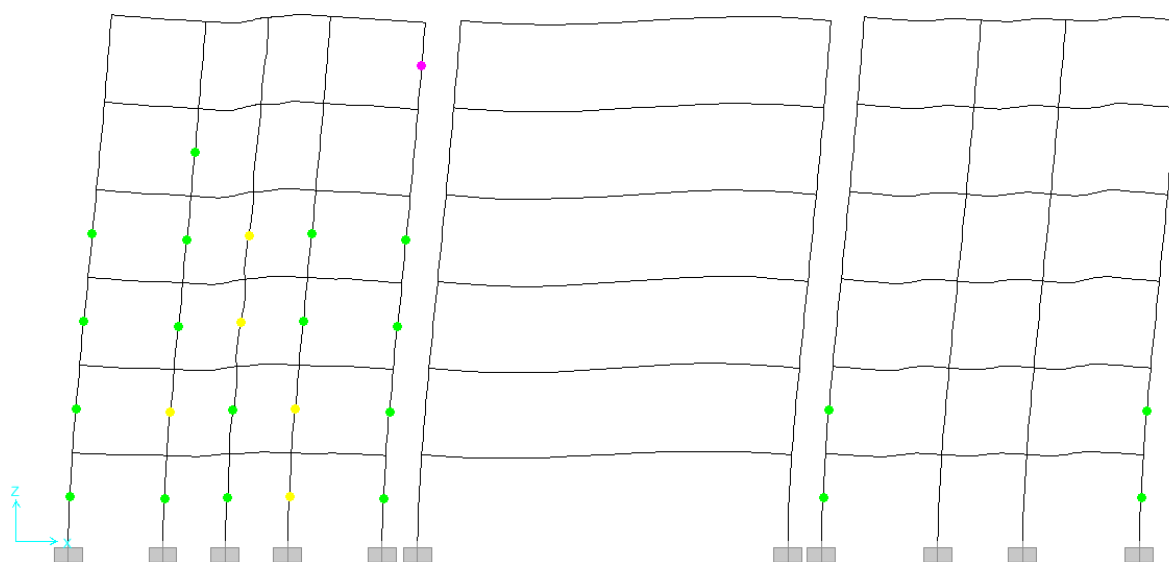


Figura 4.432 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.008 para el modelo "V, R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado



Figura 4.433 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo “V y M s/Int., R.A.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

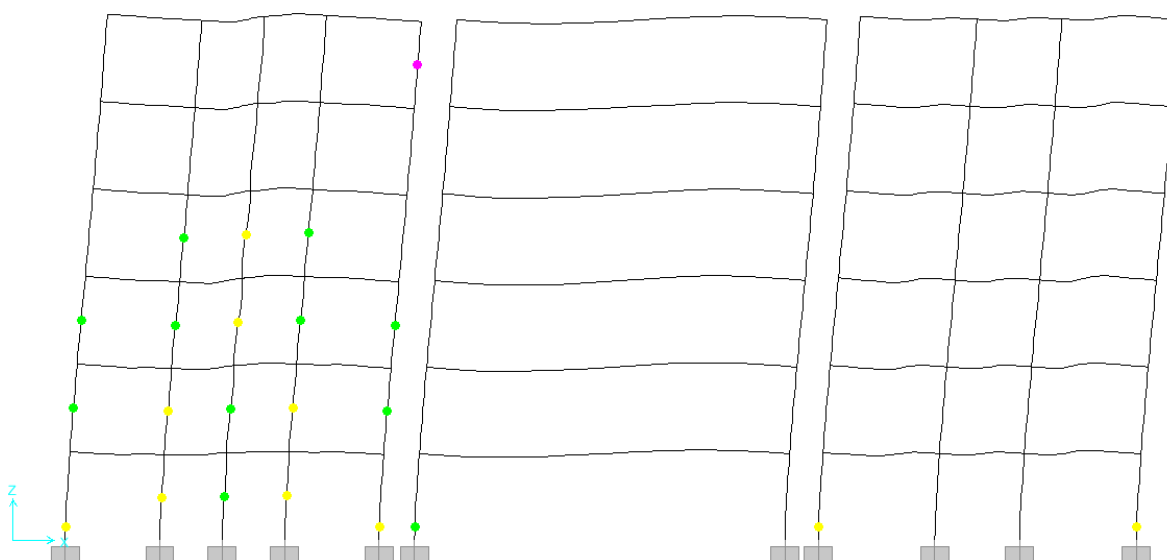


Figura 4.434 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.008 para el modelo “V y M s/Int., R.A.” en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

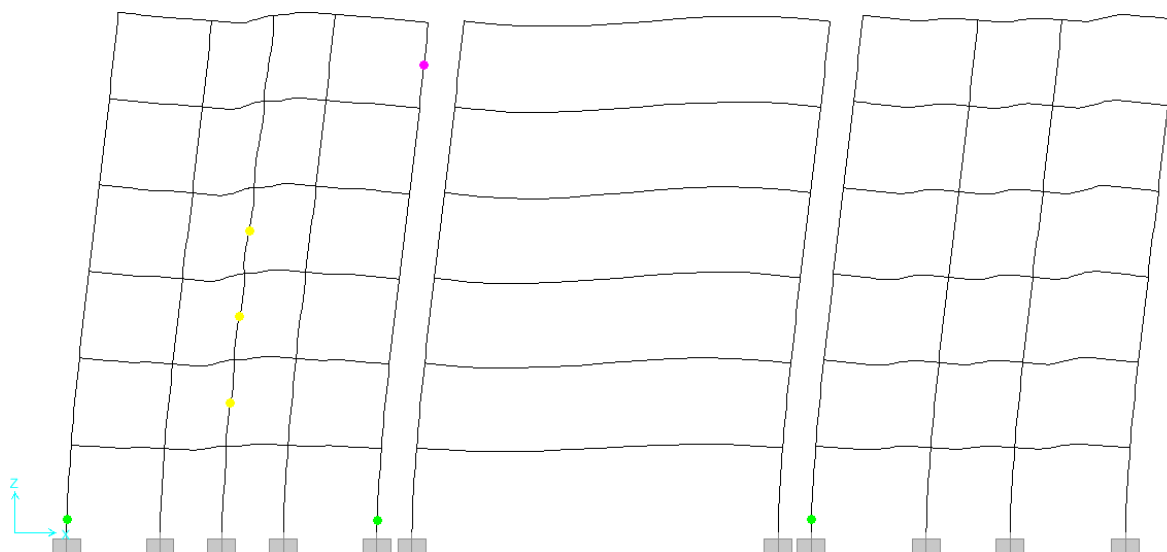


Figura 4.435 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

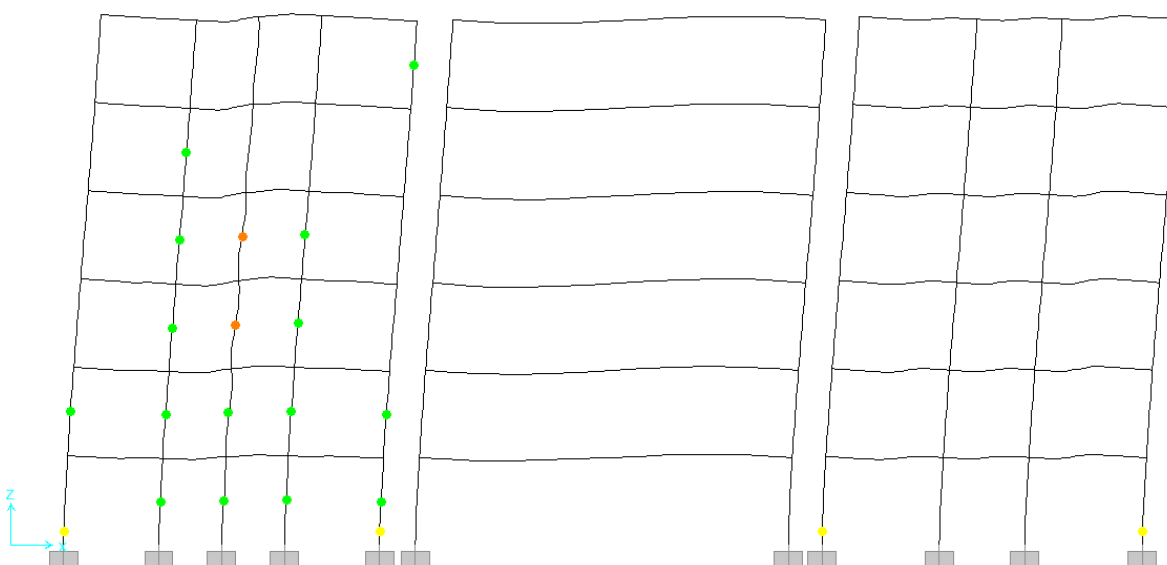


Figura 4.436 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.008 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

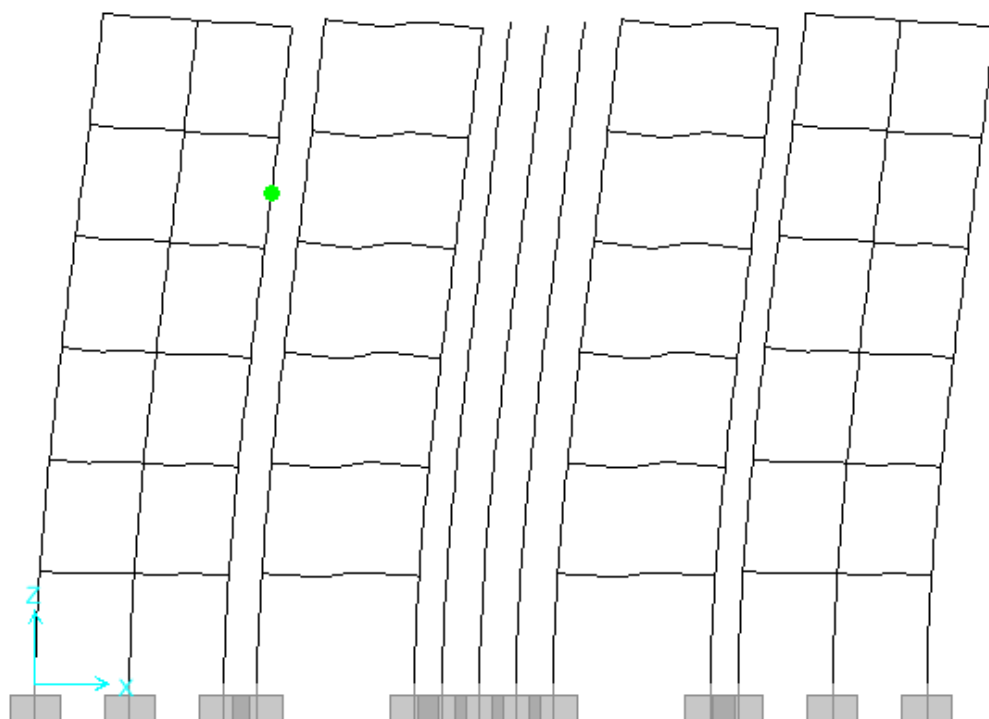


Figura 4.437 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

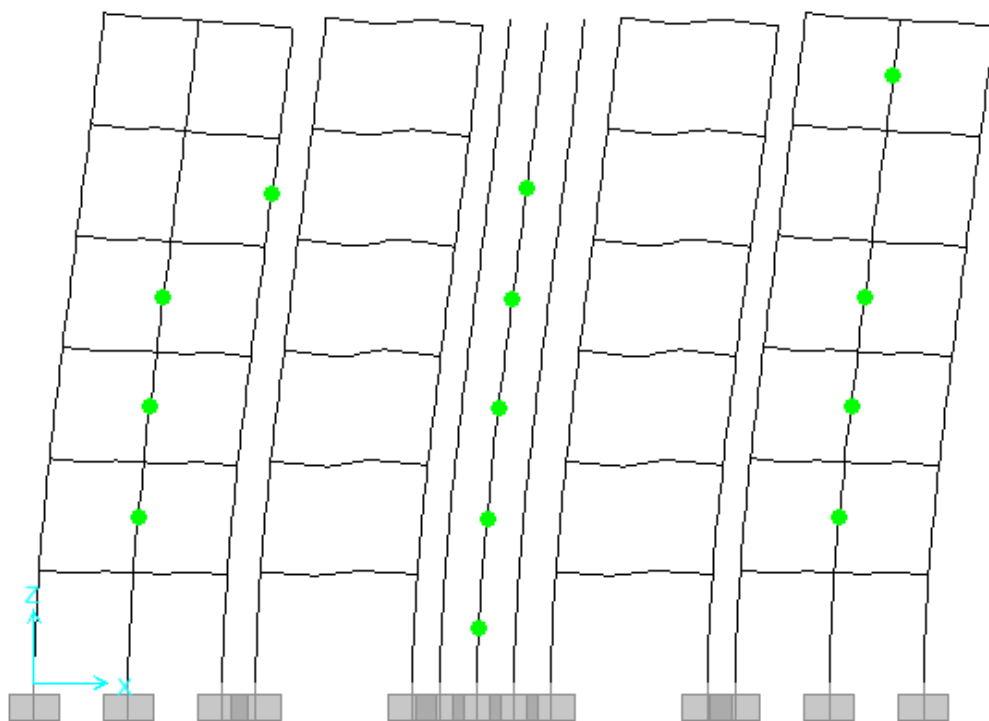


Figura 4.438 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

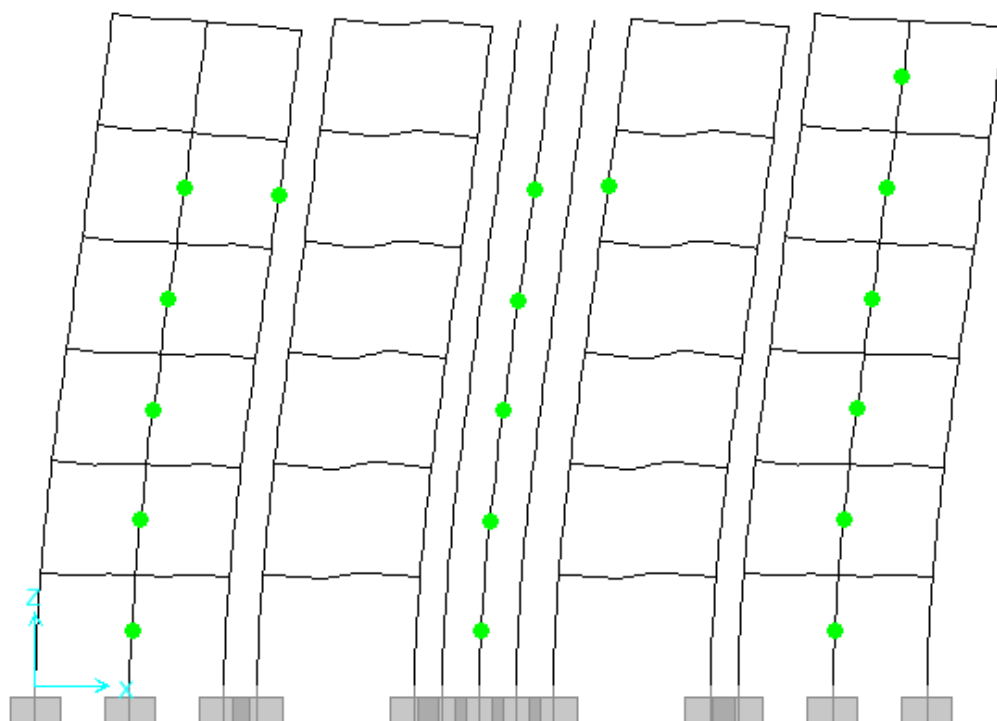


Figura 4.439 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.011 para el modelo "V" en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

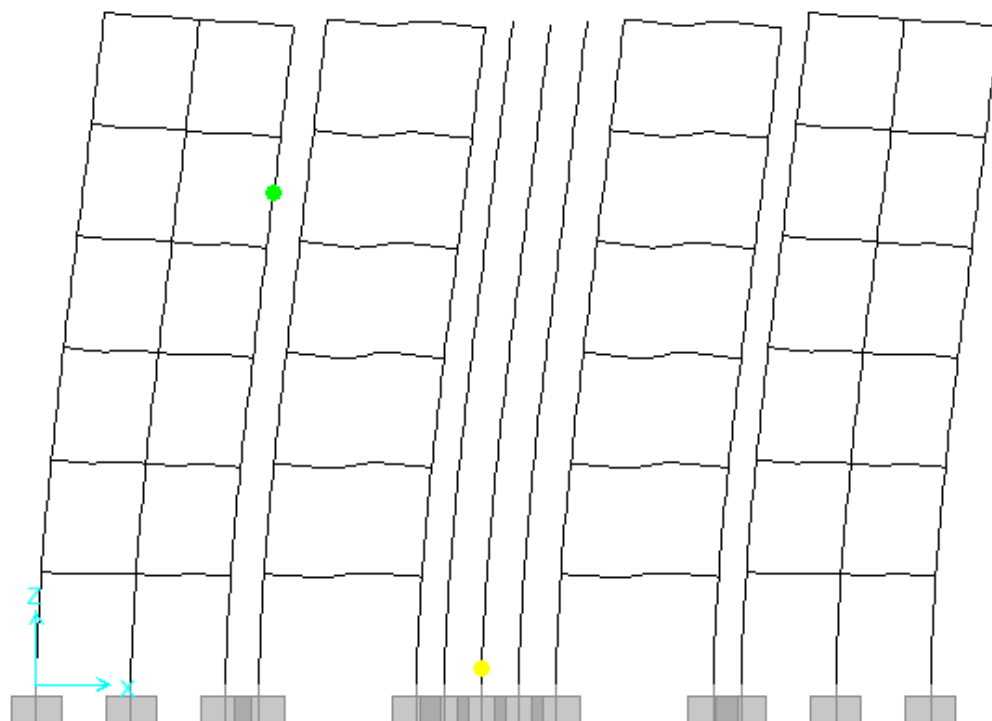


Figura 4.440 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

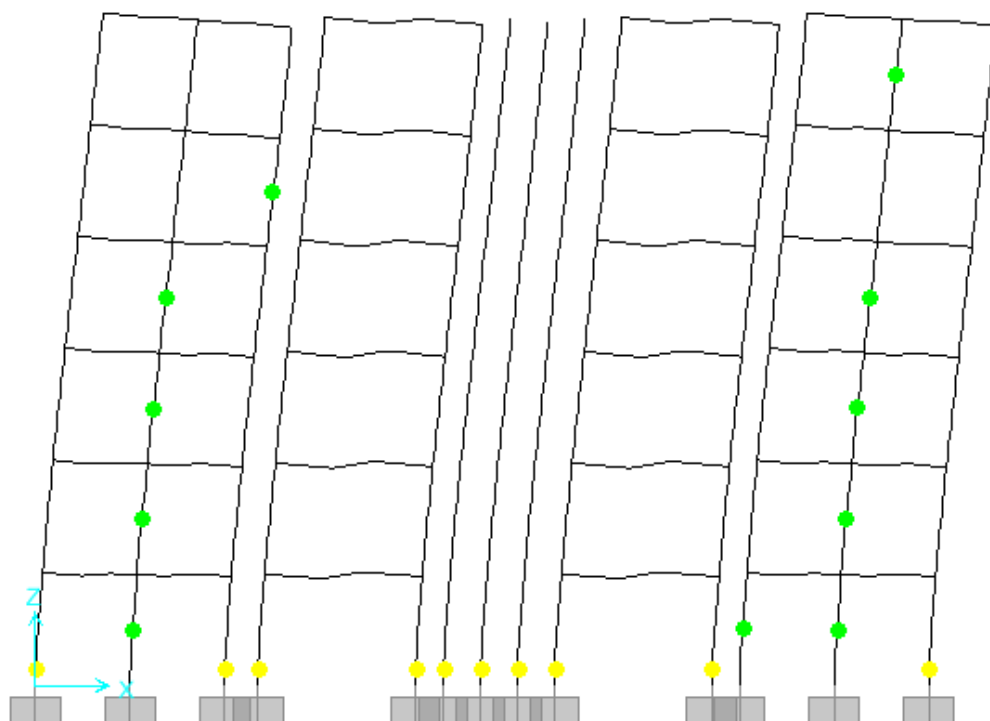


Figura 4.441 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

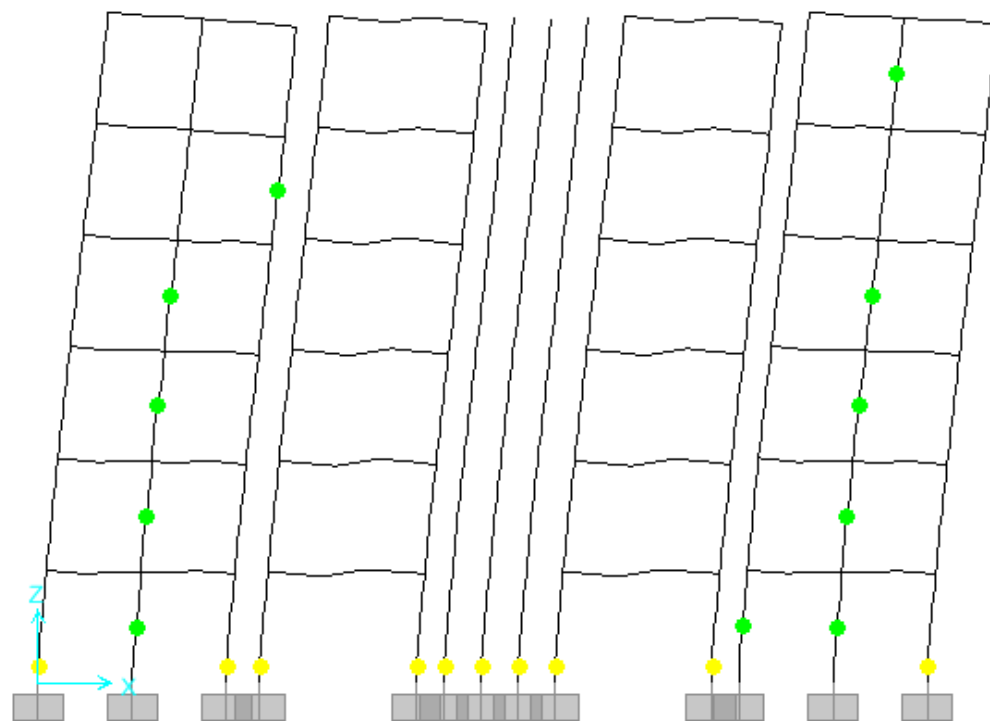


Figura 4.442 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V y M s/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

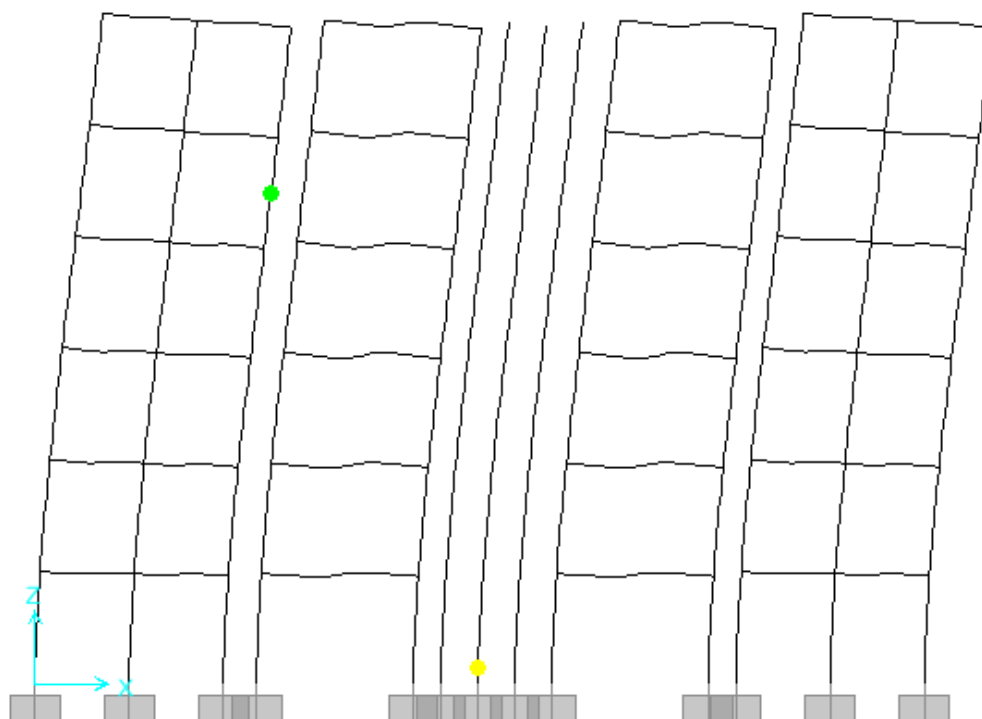


Figura 4.443 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

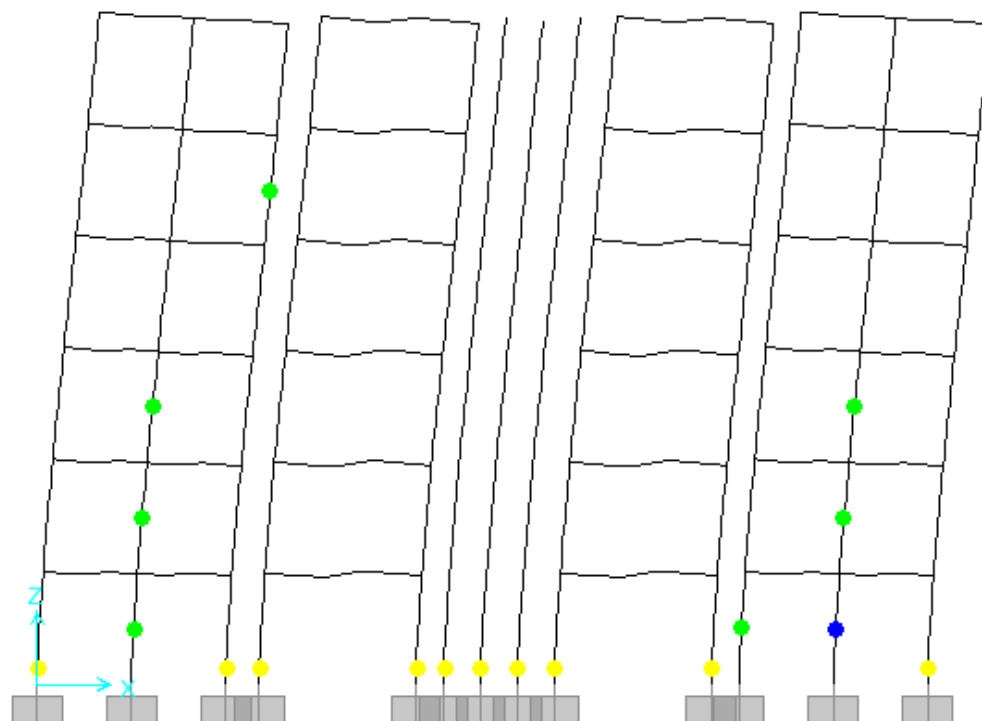


Figura 4.444 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

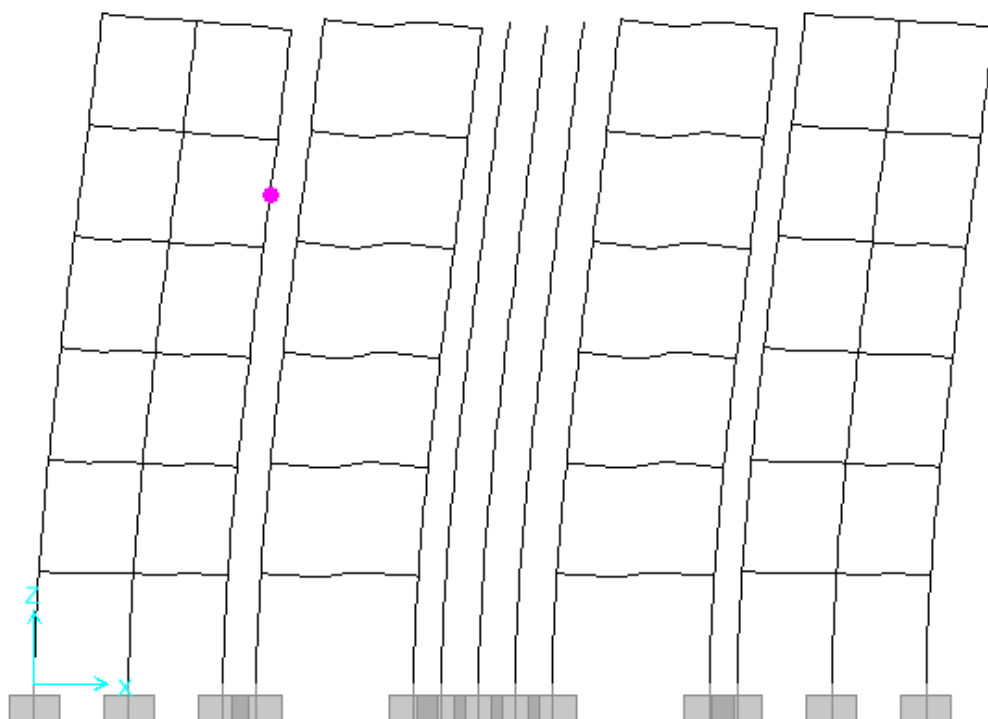


Figura 4.445 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

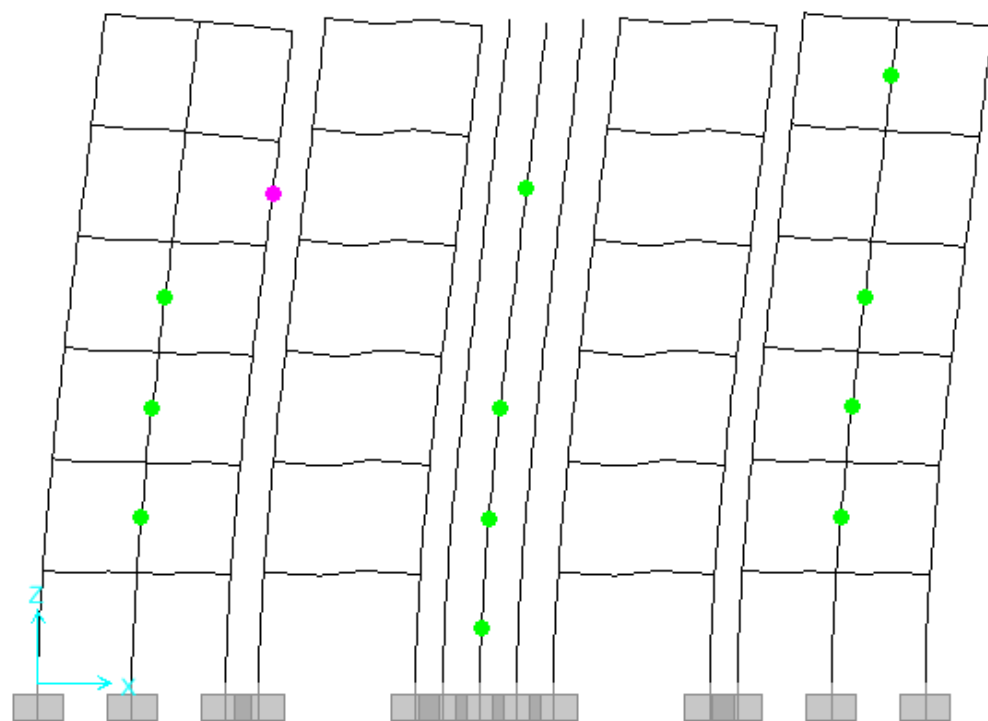


Figura 4.446 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

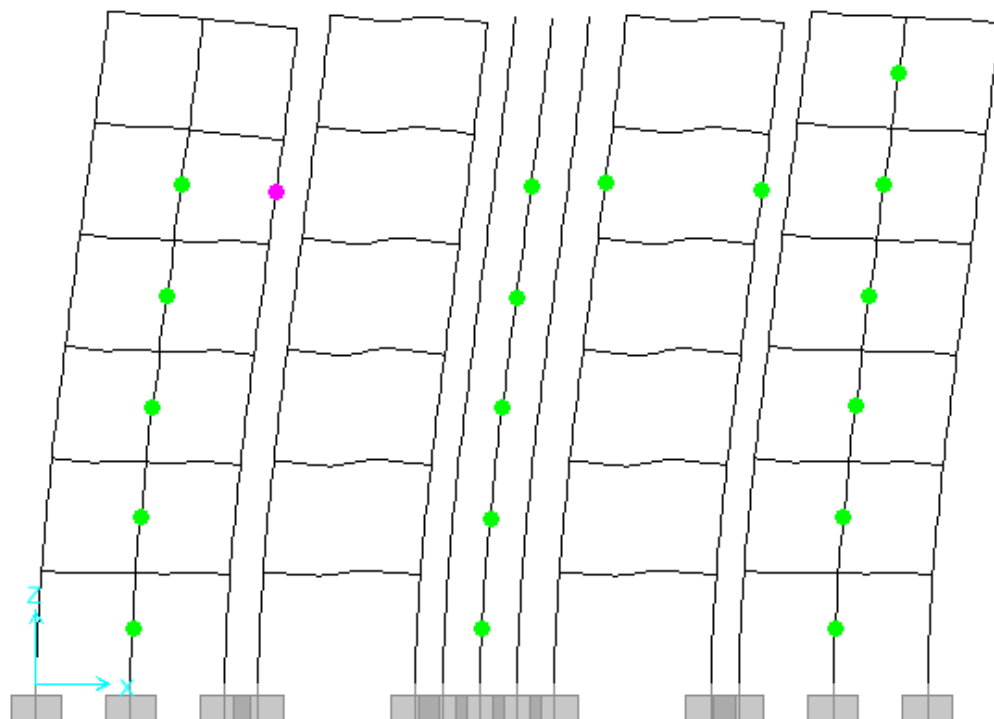


Figura 4.447 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.012 para el modelo "V, R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

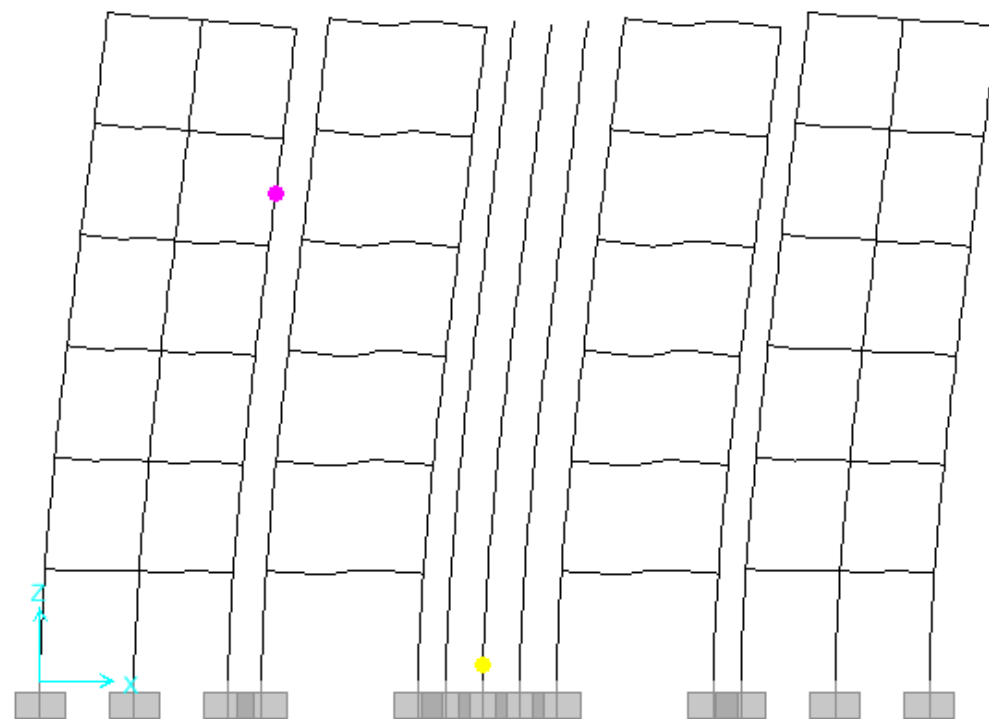


Figura 4.448 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

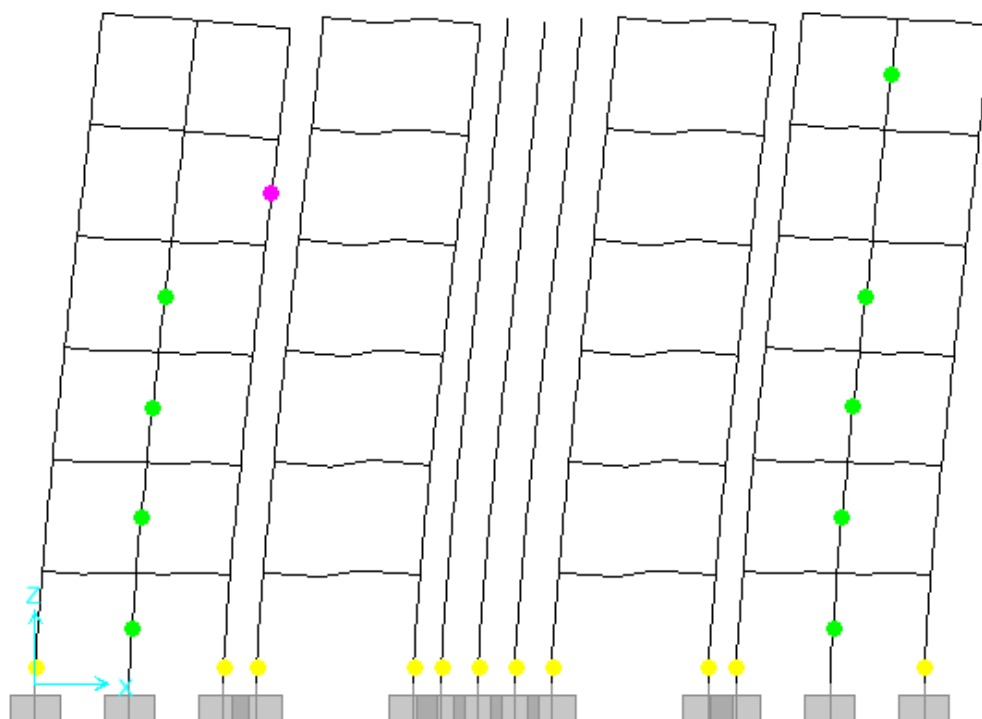


Figura 4.449 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

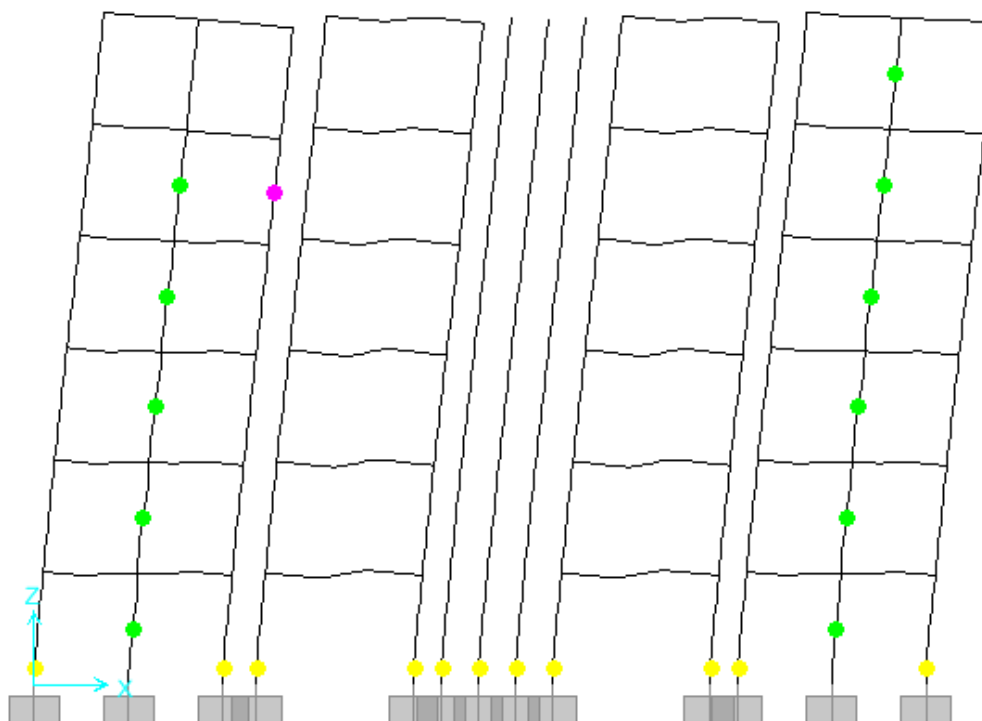


Figura 4.450 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M s/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

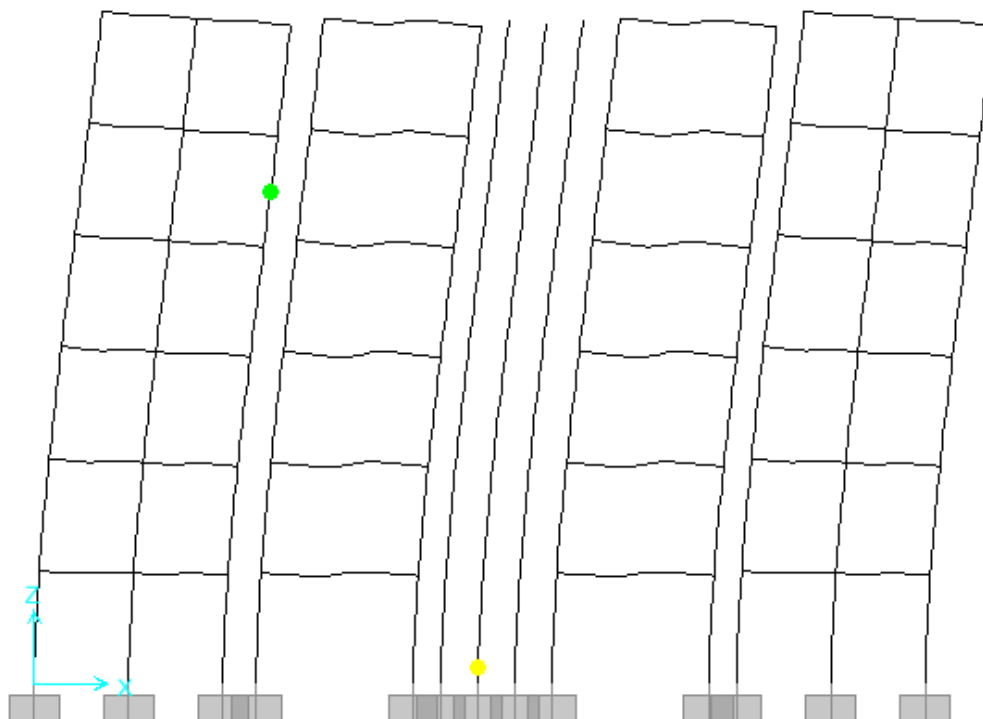


Figura 4.451 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.005 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

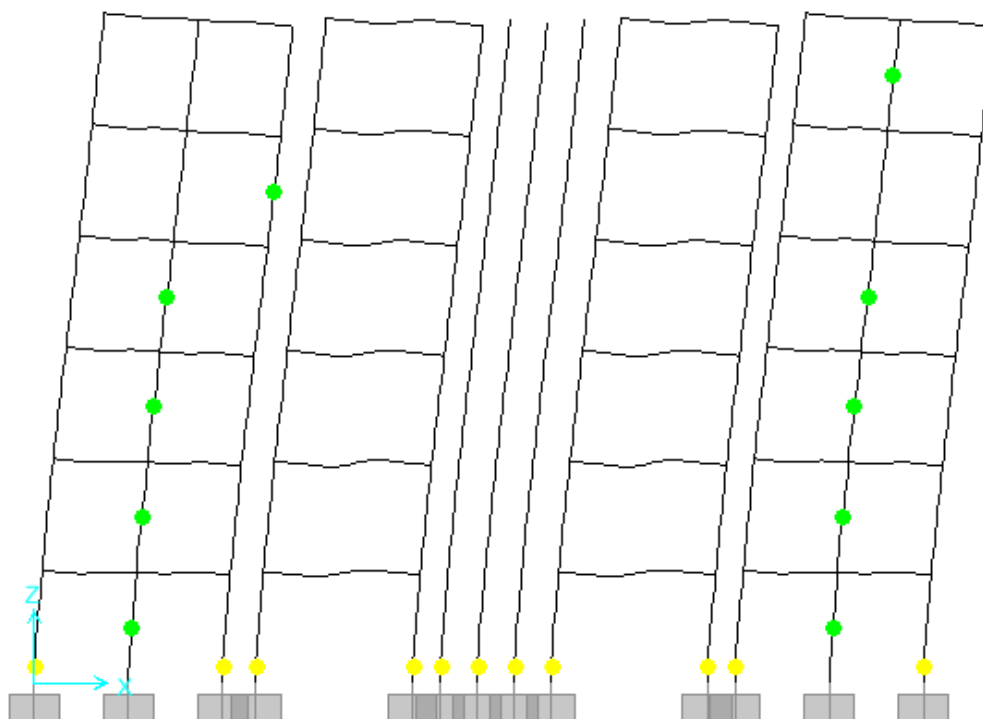


Figura 4.452 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.010 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

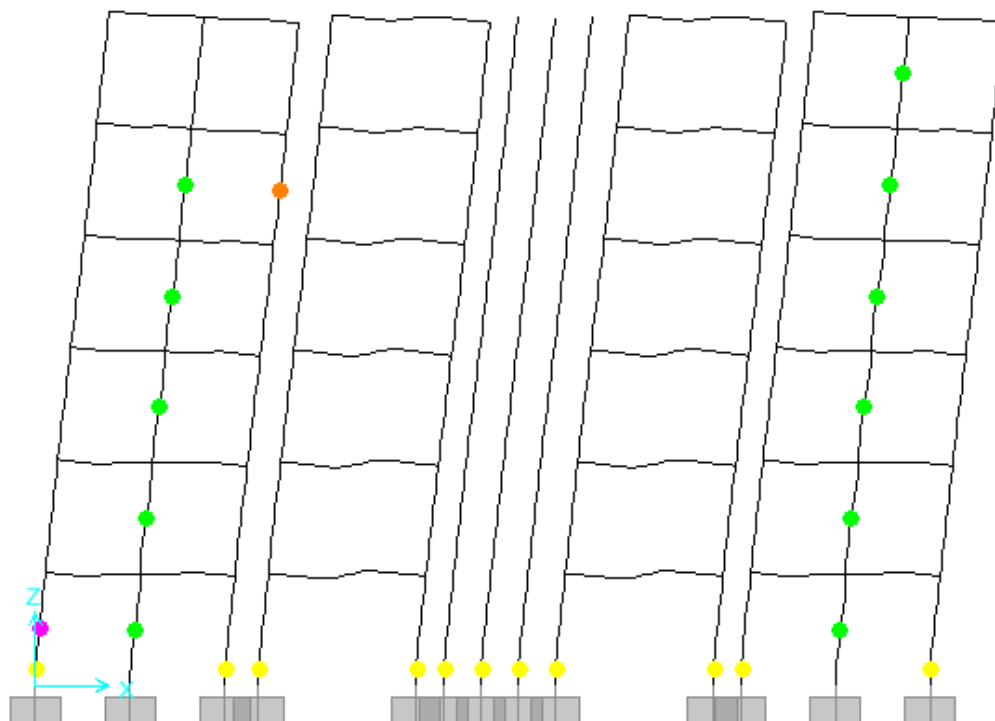


Figura 4.453 - Estado de la estructura a una distorsión de 0.013 para el modelo "V y M c/Int., R.A." en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

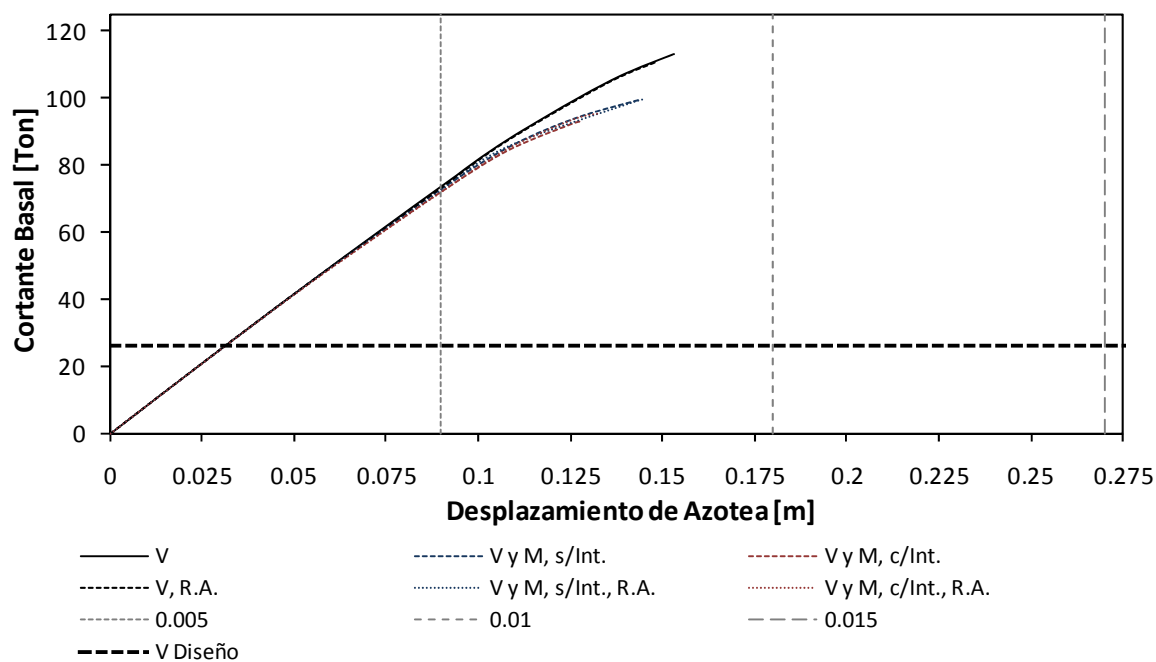


Figura 4.454 - Curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

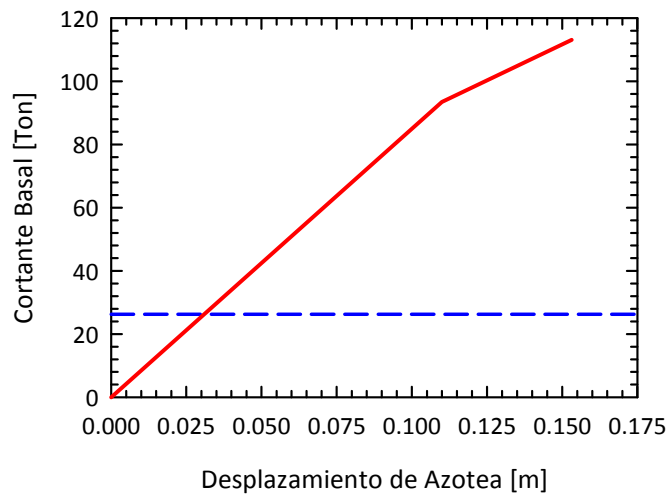


Figura 4.455 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente al modelo “V”

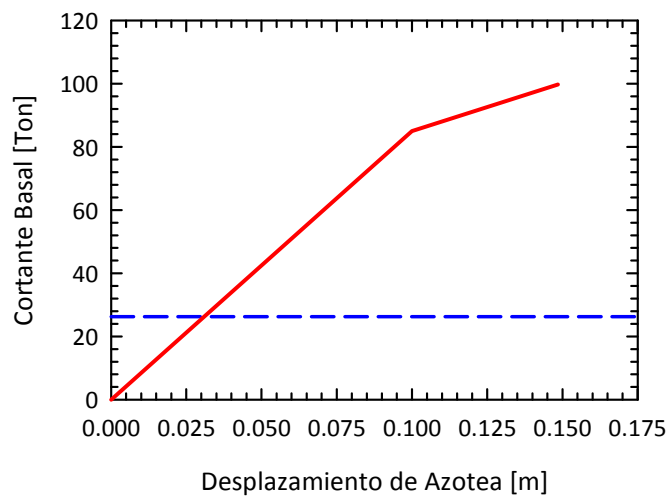


Figura 4.456 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente al modelo “V, R.A.”

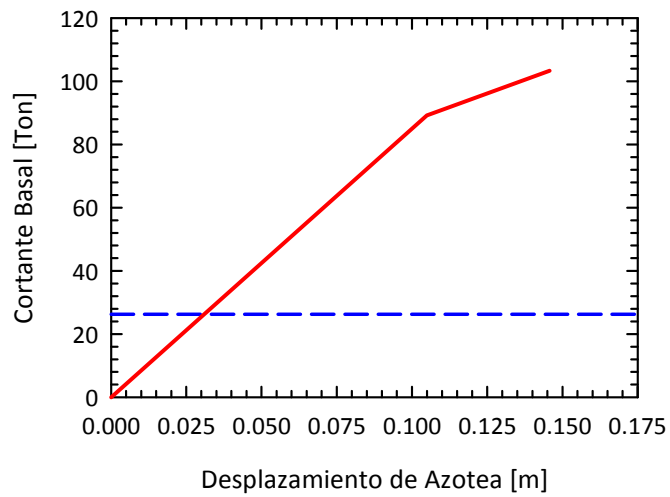


Figura 4.457 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int.”, “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

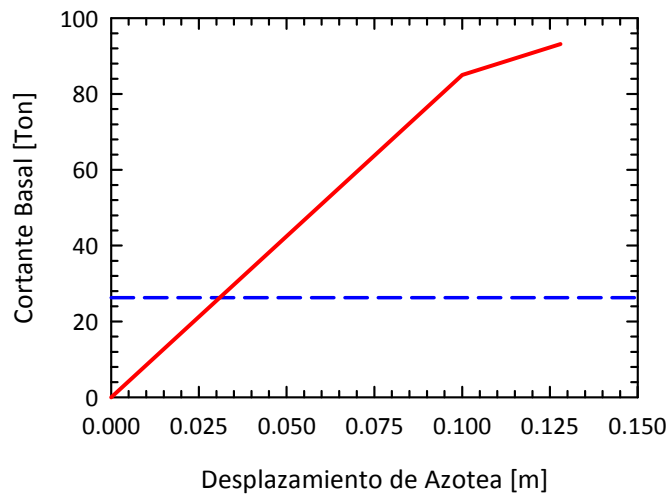


Figura 4.458 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente al modelo “V y M, c/Int.”

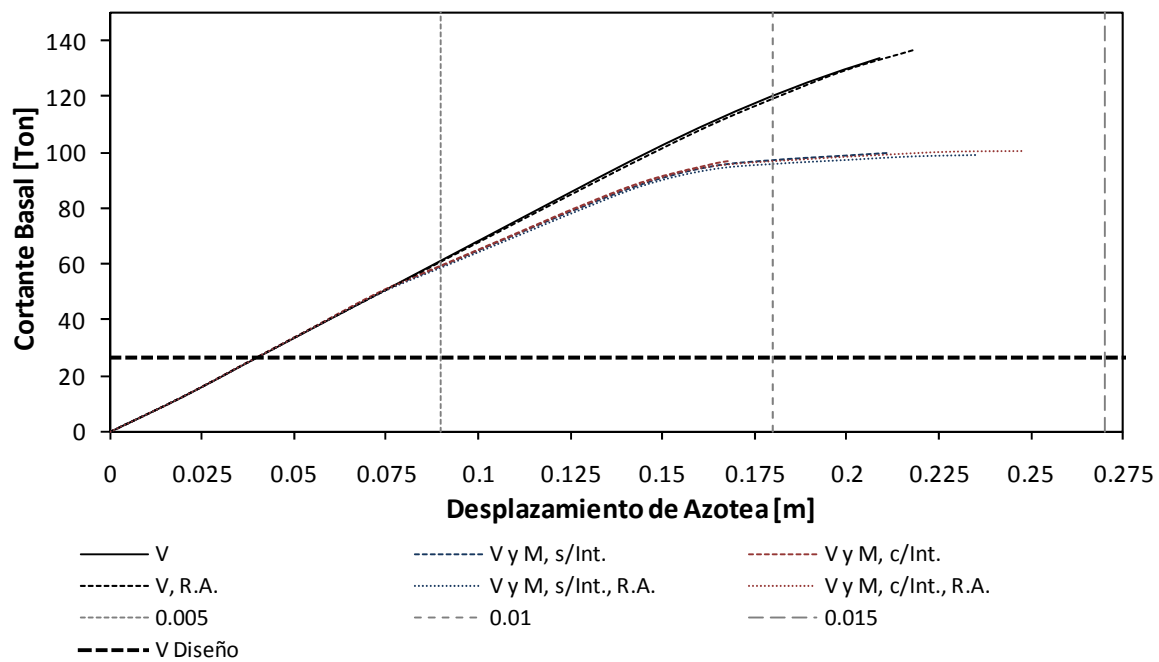


Figura 4.459 - Curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

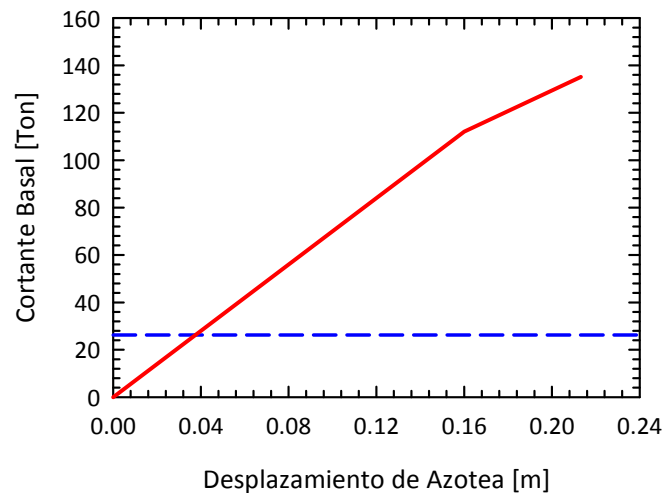


Figura 4.460 - Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente a los modelos "V" y "V, R.A."

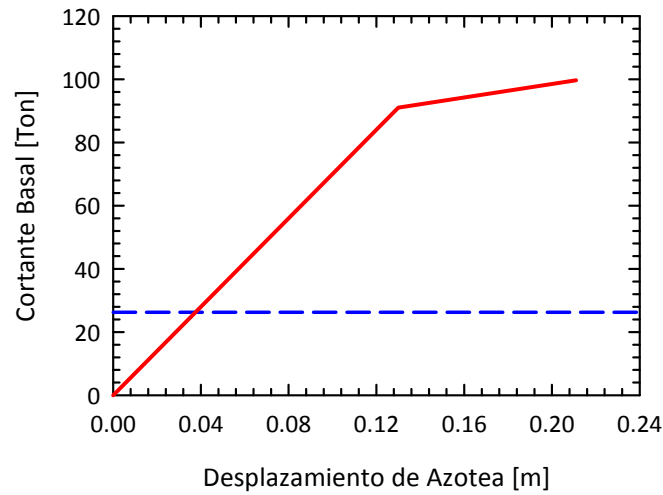


Figura 4.461 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente al modelo “V y M, s/Int.”

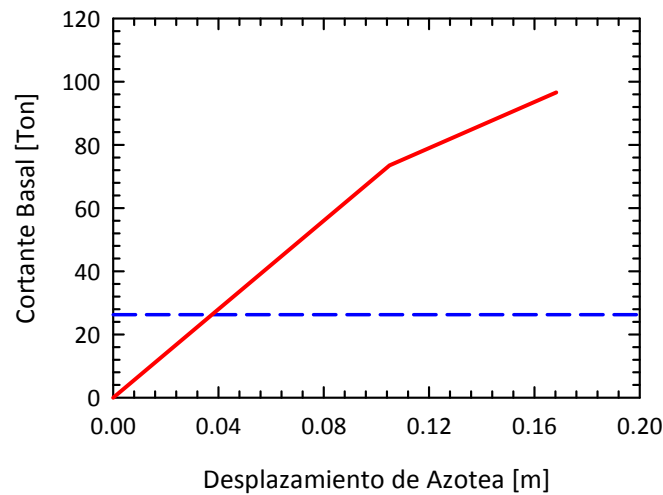


Figura 4.462 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente al modelo “V y M, c/Int.”

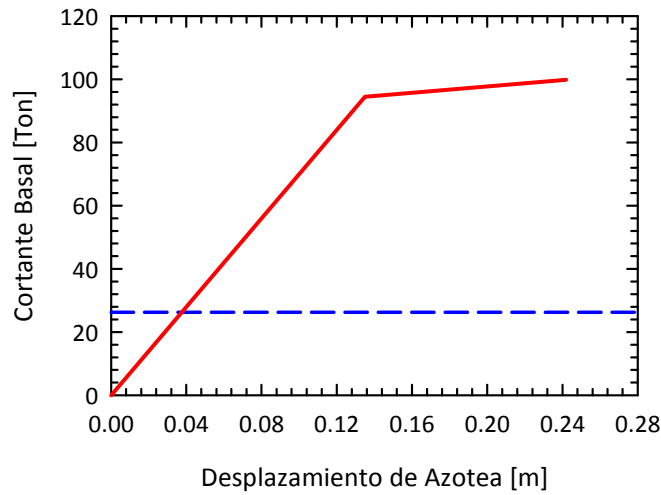


Figura 4.463 – Idealización Bilineal de las curvas de capacidad en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado, correspondiente a los modelos “V y M, s/Int., R.A.” y “V y M, c/Int., R.A.”

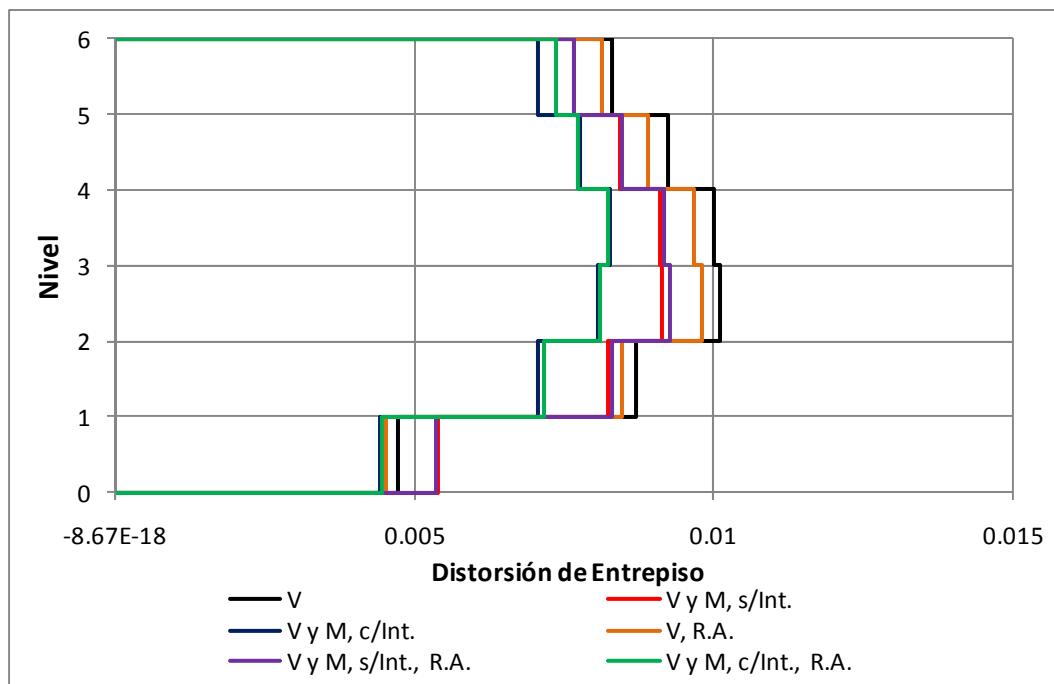


Figura 4.464 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

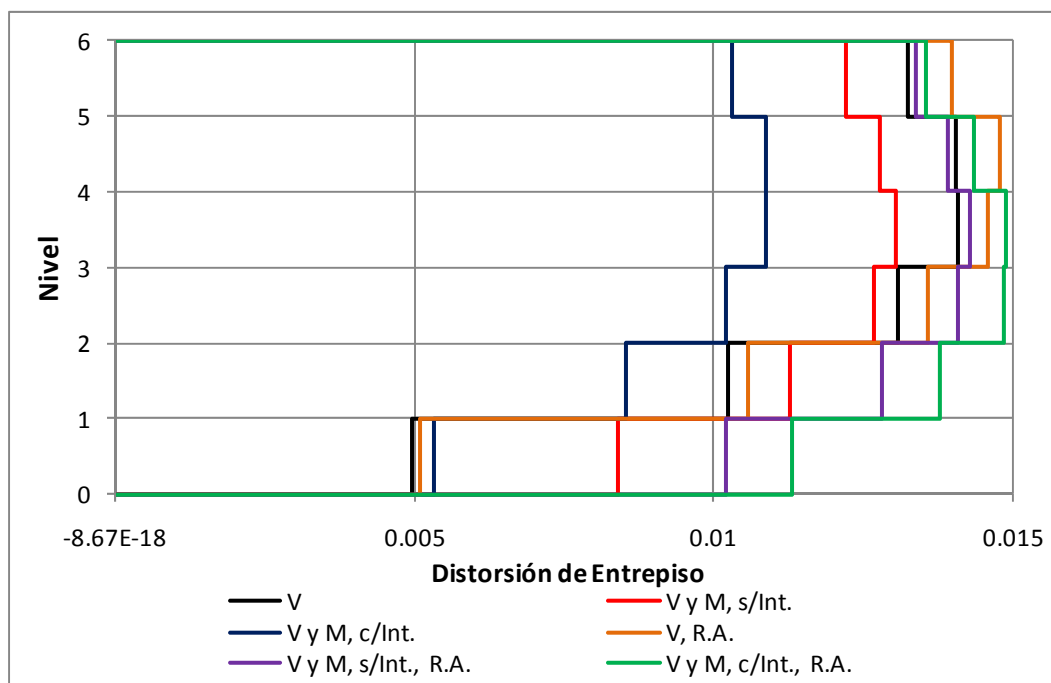


Figura 4.465 – Distorsiones de entrepiso últimas en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

4.3. SOBRERRESISTENCIA

De acuerdo a las curvas de capacidad presentadas en la sección anterior se calculó la sobrerresistencia de cada uno de los edificios analizados. Como se indicó en la Sección 1.7, la sobrerresistencia R se calcula como el cociente del cortante último V_u entre el cortante de diseño V_d , conforme a la ecuación (4.1).

$$R = \frac{V_u}{V_d} \quad (4.1)$$

En las tablas 4.1 a 4.22 se presentan, para cada uno de los seis modelos analizados en cada una de las dos direcciones ortogonales, el cortante último V_u , el cortante de diseño V_d , la sobrerresistencia calculada R (mediante la expresión anterior), la sobrerresistencia teórica R_T (de acuerdo a las ecuaciones del Apéndice A de las NTC-S) y la diferencia relativa entre estas dos sobrerresistencias, calculada mediante la ecuación (4.2).

$$\Delta R = \frac{R - R_T}{R_T} \quad (4.2)$$

4.3.1 EDIFICIOS EN ZONA DE LOMAS

4.3.1.1 EDIFICIO DE CUATRO NIVELES

Tabla 4.1 - Sobrerresistencias en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	155.125	193.706	20.695	9.360	2.000	3.680
V y M, s/Int.	136.875	158.595		7.664		2.832
V y M, c/Int.	127.75	145.936		7.052		2.526
V, R.A.	155.125	193.706		9.360		3.680
V y M, s/Int., R.A.	118.625	154.704		7.476		2.738
V y M, c/Int., R.A.	118.625	154.704		7.476		2.738

Tabla 4.2 - Sobrerresistencias en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	198.000	216.242	19.966	10.831	2.000	4.415
V y M, s/Int.	148.500	160.276		8.028		3.014
V y M, c/Int.	148.500	160.276		8.028		3.014
V, R.A.	198.000	216.242		10.831		4.415
V y M, s/Int., R.A.	148.500	160.581		8.043		3.021
V y M, c/Int., R.A.	148.500	160.581		8.043		3.021

4.3.1.2 EDIFICIO DE SEIS NIVELES

Tabla 4.3 - Sobrerresistencias en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	107.900	148.245	30.058	4.932	2.000	1.466
V y M, s/Int.	107.900	131.913		4.389		1.194
V y M, c/Int.	107.900	131.913		4.389		1.194
V, R.A.	107.900	148.245		4.932		1.466
V y M, s/Int., R.A.	107.900	130.321		4.336		1.168
V y M, c/Int., R.A.	107.900	130.321		4.336		1.168

Tabla 4.4 - Sobrerresistencias en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	105.000	146.198	29.835	4.900	2.000	1.450
V y M, s/Int.	98.000	120.327		4.033		1.017
V y M, c/Int.	98.000	120.327		4.033		1.017
V, R.A.	105.000	146.198		4.900		1.450
V y M, s/Int., R.A.	98.000	120.327		4.033		1.017
V y M, c/Int., R.A.	98.000	120.327		4.033		1.017

4.3.2 EDIFICIOS EN ZONA DEL LAGO

4.3.2.1 EDIFICIO DE UN NIVEL

Tabla 4.5 - Sobrerresistencias en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	125.000	141.230	12.421	11.370	2.282	3.982
V y M, s/Int.	125.000	141.230		11.370		3.982
V y M, c/Int.	95.000	108.957		8.772		2.844
V, R.A.	115.000	135.677		10.923		3.787
V y M, s/Int., R.A.	115.000	135.677		10.923		3.787
V y M, c/Int., R.A.	95.000	108.957		8.772		2.844

Tabla 4.6 - Sobrerresistencias en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	125.000	191.260	12.222	15.684	2.294	5.821
V y M, s/Int.	125.000	191.260		15.684		5.821
V y M, c/Int.	110.000	144.210		11.799		4.143
V, R.A.	135.000	182.101		14.899		5.495
V y M, s/Int., R.A.	135.000	182.101		14.899		5.495
V y M, c/Int., R.A.	120.000	140.112		11.464		3.997

4.3.2.2 EDIFICIO DE DOS NIVELES

Tabla 4.7 - Sobrerresistencias en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	160.000	172.938	26.233	6.592	2.141	2.079
V y M, s/Int.	145.000	163.210		6.221		1.906
V y M, c/Int.	130.000	138.819		5.292		1.472
V, R.A.	160.000	172.938		6.592		2.079
V y M, s/Int., R.A.	145.000	163.210		6.221		1.906
V y M, c/Int., R.A.	130.000	138.819		5.292		1.472

Tabla 4.8 - Sobrerresistencias en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	245.000	287.000	25.519	11.264	2.197	4.127
V y M, s/Int.	210.000	216.505		8.484		2.862
V y M, c/Int.	210.000	216.505		8.484		2.862
V, R.A.	210.000	272.519		10.679		3.861
V y M, s/Int., R.A.	210.000	215.314		8.437		2.840
V y M, c/Int., R.A.	210.000	215.314		8.437		2.840

4.3.2.3 EDIFICIO DE TRES NIVELES

Tabla 4.9 - Sobrerresistencias en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	192.000	228.670	41.894	5.458	2.163	1.524
V y M, s/Int.	144.000	174.340		4.162		0.924
V y M, c/Int.	144.000	174.340		4.162		0.924
V, R.A.	144.000	204.374		4.878		1.225
V y M, s/Int., R.A.	137.000	176.552		4.214		0.948
V y M, c/Int., R.A.	137.000	176.552		4.214		0.948

Tabla 4.10 - Sobrerresistencias en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	240.000	262.314	40.861	6.420	2.165	1.968
V y M, s/Int.	180.000	192.362		4.708		1.176
V y M, c/Int.	180.000	192.362		4.708		1.176
V, R.A.	240.000	262.314		6.420		1.968
V y M, s/Int., R.A.	195.000	197.370		4.830		1.233
V y M, c/Int., R.A.	180.000	190.089		4.652		1.151

4.3.2.4 EDIFICIO DE CUATRO NIVELES

Tabla 4.11 - Sobrerresistencias en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	144.800	195.617	59.677	3.278	2.117	0.548
V y M, s/Int.	126.700	169.849		2.846		0.344
V y M, c/Int.	126.700	169.849		2.846		0.344
V, R.A.	162.900	205.497		3.444		0.627
V y M, s/Int., R.A.	126.700	171.321		2.871		0.356
V y M, c/Int., R.A.	126.700	171.321		2.871		0.356

Tabla 4.12 - Sobrerresistencias en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	170.000	215.567	58.479	3.686	2.111	0.746
V y M, s/Int.	161.500	180.493		3.086		0.462
V y M, c/Int.	161.500	177.318		3.032		0.436
V, R.A.	170.000	215.567		3.686		0.746
V y M, s/Int., R.A.	161.500	180.493		3.086		0.462
V y M, c/Int., R.A.	161.500	180.493		3.086		0.462

4.3.2.5 EDIFICIO DE CINCO NIVELES

Tabla 4.13 - Sobrerresistencias en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	132.000	184.060	71.333	2.648	2.085	0.270
V y M, s/Int.	138.600	188.793		2.716		0.303
V y M, c/Int.	138.600	188.793		2.716		0.303
V, R.A.	132.000	195.417		2.811		0.348
V y M, s/Int., R.A.	138.600	188.793		2.716		0.303
V y M, c/Int., R.A.	138.600	188.793		2.716		0.303

Tabla 4.14 - Sobrerresistencias en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	115.000	188.975	71.334	2.649	2.071	0.279
V y M, s/Int.	116.600	170.249		2.389		0.154
V y M, c/Int.	116.600	170.249		2.389		0.154
V, R.A.	115.000	188.975		2.649		0.279
V y M, s/Int., R.A.	116.600	170.249		2.389		0.154
V y M, c/Int., R.A.	116.600	170.249		2.389		0.154

4.3.2.6 EDIFICIO DE SEIS NIVELES

Tabla 4.15 - Sobrerresistencias en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	151.500	191.314	90.674	2.169	2.054	0.056
V y M, s/Int.	156.550	183.343		2.079		0.012
V y M, c/Int.	156.550	183.343		2.079		0.012
V, R.A.	151.500	191.314		2.169		0.056
V y M, s/Int., R.A.	156.550	183.343		2.079		0.012
V y M, c/Int., R.A.	156.550	183.343		2.079		0.012

Tabla 4.16 - Sobrerresistencias en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	141.400	179.688	90.673	1.982	2.037	-0.027
V y M, s/Int.	141.400	175.229		1.933		-0.051
V y M, c/Int.	141.400	175.229		1.933		-0.051
V, R.A.	141.400	179.688		1.982		-0.027
V y M, s/Int., R.A.	141.400	175.229		1.933		-0.051
V y M, c/Int., R.A.	141.400	175.229		1.933		-0.051

4.3.2.7 EDIFICIO DE SIETE NIVELES

Tabla 4.17 - Sobrerresistencias en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	178.000	208.508	110.301	1.967	2.036	-0.034
V y M, s/Int.	178.000	208.508		1.967		-0.034
V y M, c/Int.	173.550	206.287		1.946		-0.044
V, R.A.	178.000	208.508		1.967		-0.034
V y M, s/Int., R.A.	178.000	208.508		1.967		-0.034
V y M, c/Int., R.A.	173.550	206.287		1.946		-0.044

Tabla 4.18 - Sobrerresistencias en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	163.772	175.167	110.302	1.588	2.011	-0.210
V y M, s/Int.	158.700	170.220		1.543		-0.233
V y M, c/Int.	158.700	170.220		1.543		-0.233
V, R.A.	163.772	175.167		1.588		-0.210
V y M, s/Int., R.A.	158.700	170.220		1.543		-0.233
V y M, c/Int., R.A.	158.700	170.220		1.543		-0.233

4.3.3 MÉTODO SIMPLIFICADO

4.3.3.1 EDIFICIO DE CUATRO NIVELES

Tabla 4.19 - Sobrerresistencias en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	112.125	124.979	24.515	5.098	2.000	1.549
V y M, s/Int.	94.875	108.321		4.419		1.209
V y M, c/Int.	77.625	93.564		3.817		0.908
V, R.A.	112.125	129.480		5.282		1.641
V y M, s/Int., R.A.	112.125	114.608		4.675		1.338
V y M, c/Int., R.A.	77.625	93.564		3.817		0.908

Tabla 4.20 - Sobrerresistencias en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	165.000	167.846	24.515	6.847	2.000	2.423
V y M, s/Int.	115.500	120.028		4.896		1.448
V y M, c/Int.	115.500	115.861		4.726		1.363
V, R.A.	165.000	167.846		6.847		2.423
V y M, s/Int., R.A.	115.500	120.566		4.918		1.459
V y M, c/Int., R.A.	115.500	115.861		4.726		1.363

4.3.3.2 EDIFICIO DE SEIS NIVELES

Tabla 4.21 - Sobrerresistencias en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	93.500	113.100	26.266	4.306	2.000	1.153
V y M, s/Int.	89.250	103.302		3.933		0.966
V y M, c/Int.	85.000	93.123		3.545		0.773
V, R.A.	85.000	99.721		3.797		0.898
V y M, s/Int., R.A.	89.250	103.302		3.933		0.966
V y M, c/Int., R.A.	89.250	103.302		3.933		0.966

Tabla 4.22 - Sobrerresistencias en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

Modelo	V_y [Ton]	V_u [Ton]	V_d [Ton]	R	R_T	ΔR
V	112.000	135.176	26.266	5.146	2.000	1.573
V y M, s/Int.	91.000	99.705		3.796		0.898
V y M, c/Int.	73.500	96.607		3.678		0.839
V, R.A.	112.000	135.176		5.146		1.573
V y M, s/Int., R.A.	94.500	99.839		3.801		0.901
V y M, c/Int., R.A.	94.500	99.839		3.801		0.901

4.4. DUCTILIDAD

De acuerdo a las curvas de capacidad presentadas anteriormente, se determina el desplazamiento lateral de fluencia Δ_y , el cual se obtiene ajustando una envolvente bilineal a la curva de capacidad, y el desplazamiento lateral máximo Δ_m , el cual corresponde al desplazamiento para el cual se considera que conforme al análisis la estructura alcanza su máxima capacidad de deformación; esta última puede corresponder al desplazamiento asociado a la ruptura de un elemento o al inicio de la caída de la resistencia lateral.

Con base en estos desplazamientos laterales, se calcula la ductilidad de desplazamiento de cada estructura, mediante la expresión (4.3)

$$\mu = \frac{\Delta_m}{\Delta_y} \quad (4.3)$$

Además, se calcularon las distorsiones laterales de azotea asociadas a la fluencia, $\bar{\delta}_y$, y a la capacidad de deformación máxima, $\bar{\delta}_m$, normalizando Δ_y y Δ_m por la altura total del edificio, respectivamente, así como las distorsiones máximas de entrepiso asociadas a Δ_y y Δ_m .

En las tablas 4.23 a 4.44 se presentan, para cada uno de los seis modelos analizados en cada una de las dos direcciones ortogonales, los desplazamientos laterales de fluencia (Δ_y) y máximo (Δ_m), la ductilidad de desplazamiento (μ), las distorsiones laterales en la azotea de fluencia ($\bar{\delta}_y$) y máxima ($\bar{\delta}_m$), la distorsión máxima (δ_m) y el nivel en el cual ésta se presenta.

4.4.1 EDIFICIOS EN ZONA DE LOMAS

4.4.1.1 EDIFICIO DE CUATRO NIVELES

Tabla 4.23 - Ductilidades en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	8.5	14.4	1.695	0.0071	0.0120	0.0139	2
V y M, s/Int.	7.5	14.7	1.961	0.0063	0.0123	0.0133	2
V y M, c/Int.	7.0	12.3	1.759	0.0058	0.0103	0.0112	3
V, R.A.	8.5	14.4	1.695	0.0071	0.0120	0.0136	2
V y M, s/Int., R.A.	6.5	16.3	2.508	0.0054	0.0136	0.0144	2
V y M, c/Int., R.A.	6.5	16.3	2.508	0.0054	0.0136	0.0144	2

Tabla 4.24 - Ductilidades en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	12.0	15.1	1.259	0.0100	0.0126	0.0147	3
V y M, s/Int.	9.0	14.4	1.602	0.0075	0.0121	0.0136	3
V y M, c/Int.	9.0	14.4	1.602	0.0075	0.0121	0.0137	3
V, R.A.	12.0	15.1	1.259	0.0100	0.0126	0.0150	3
V y M, s/Int., R.A.	9.0	16.3	1.810	0.0075	0.0136	0.0150	3
V y M, c/Int., R.A.	9.0	16.3	1.810	0.0075	0.0136	0.0150	3

4.4.1.2 EDIFICIO DE SEIS NIVELES

Tabla 4.25 - Ductilidades en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	13.0	21.6	1.663	0.0072	0.0120	0.0141	4
V y M, s/Int.	13.0	23.4	1.801	0.0072	0.0130	0.0143	4
V y M, c/Int.	13.0	23.4	1.801	0.0072	0.0130	0.0144	4
V, R.A.	13.0	21.6	1.663	0.0072	0.0120	0.0141	4
V y M, s/Int., R.A.	13.0	23.6	1.818	0.0072	0.0131	0.0146	3
V y M, c/Int., R.A.	13.0	23.6	1.818	0.0072	0.0131	0.0143	3

Tabla 4.26 - Ductilidades en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	15.0	21.8	1.452	0.0083	0.0121	0.0147	5
V y M, s/Int.	14.0	23.1	1.652	0.0078	0.0128	0.0149	4
V y M, c/Int.	14.0	23.1	1.652	0.0078	0.0128	0.0149	4
V, R.A.	15.0	21.8	1.452	0.0083	0.0121	0.0147	4
V y M, s/Int., R.A.	14.0	23.1	1.652	0.0078	0.0128	0.0149	4
V y M, c/Int., R.A.	14.0	23.1	1.652	0.0078	0.0128	0.0149	4

4.4.2 EDIFICIOS EN ZONA DEL LAGO

4.4.2.1 EDIFICIO DE UN NIVEL

Tabla 4.27 - Ductilidades en la dirección longitudinal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	0.7	1.8	2.769	0.0022	0.0060	0.0060	1
V y M, s/Int.	0.7	1.8	2.769	0.0022	0.0060	0.0060	1
V y M, c/Int.	0.5	1.5	3.000	0.0017	0.0050	0.0050	1
V, R.A.	0.6	1.8	3.000	0.0020	0.0060	0.0060	1
V y M, s/Int., R.A.	0.6	1.8	3.000	0.0020	0.0060	0.0060	1
V y M, c/Int., R.A.	0.5	1.5	3.000	0.0017	0.0050	0.0050	1

Tabla 4.28 - Ductilidades en la dirección transversal del edificio de 1 nivel en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	0.6	1.8	3.131	0.0019	0.0060	0.0060	1
V y M, s/Int.	0.6	1.8	3.131	0.0019	0.0060	0.0060	1
V y M, c/Int.	0.5	1.5	3.001	0.0017	0.0050	0.0050	1
V, R.A.	0.6	2.4	3.840	0.0021	0.0080	0.0080	1
V y M, s/Int., R.A.	0.6	2.4	3.840	0.0021	0.0080	0.0080	1
V y M, c/Int., R.A.	0.6	2.1	3.819	0.0018	0.0070	0.0070	1

4.4.2.2 EDIFICIO DE DOS NIVELES

Tabla 4.29 - Ductilidades en la dirección longitudinal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	2.5	5.1	2.040	0.0042	0.0085	0.0099	2
V y M, s/Int.	2.3	6.1	2.731	0.0038	0.0102	0.0107	2
V y M, c/Int.	2.1	4.4	2.122	0.0034	0.0073	0.0076	2
V, R.A.	2.5	5.1	2.040	0.0042	0.0085	0.0079	2
V y M, s/Int., R.A.	2.3	6.1	2.731	0.0038	0.0102	0.0096	2
V y M, c/Int., R.A.	2.1	4.4	2.122	0.0034	0.0073	0.0080	2

Tabla 4.30 - Ductilidades en la dirección transversal del edificio de 2 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	3.5	6.6	1.887	0.0058	0.0110	0.0118	2
V y M, s/Int.	3.0	5.6	1.851	0.0050	0.0093	0.0097	2
V y M, c/Int.	3.0	5.6	1.851	0.0050	0.0093	0.0101	2
V, R.A.	3.0	6.6	2.201	0.0050	0.0110	0.0114	1
V y M, s/Int., R.A.	3.0	6.3	2.101	0.0050	0.0105	0.0109	2
V y M, c/Int., R.A.	3.0	6.3	2.101	0.0050	0.0105	0.0109	2

4.4.2.3 EDIFICIO DE TRES NIVELES

Tabla 4.31 - Ductilidades en la dirección longitudinal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	6.0	11.7	1.944	0.0067	0.0130	0.0150	2
V y M, s/Int.	4.5	11.0	2.447	0.0050	0.0122	0.0127	2
V y M, c/Int.	4.5	11.0	2.447	0.0050	0.0122	0.0131	2
V, R.A.	4.5	9.0	1.990	0.0050	0.0100	0.0112	2
V y M, s/Int., R.A.	4.3	12.6	2.929	0.0048	0.0140	0.0146	2
V y M, c/Int., R.A.	4.3	12.6	2.929	0.0048	0.0140	0.0146	2

Tabla 4.32 - Ductilidades en la dirección transversal del edificio de 3 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	8.0	11.7	1.461	0.0089	0.0130	0.0149	2
V y M, s/Int.	6.0	8.9	1.483	0.0067	0.0099	0.0116	3
V y M, c/Int.	6.0	8.9	1.483	0.0067	0.0099	0.0109	3
V, R.A.	8.0	11.7	1.461	0.0089	0.0130	0.0147	2
V y M, s/Int., R.A.	6.5	11.9	1.836	0.0072	0.0133	0.0142	2
V y M, c/Int., R.A.	6.0	10.4	1.725	0.0067	0.0115	0.0127	3

4.4.2.4 EDIFICIO DE CUATRO NIVELES

Tabla 4.33 - Ductilidades en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	8.0	14.4	1.796	0.0067	0.0120	0.0139	2
V y M, s/Int.	7.0	15.5	2.221	0.0058	0.0130	0.0144	2
V y M, c/Int.	7.0	15.5	2.221	0.0058	0.0130	0.0144	2
V, R.A.	9.0	15.6	1.731	0.0075	0.0130	0.0148	2
V y M, s/Int., R.A.	7.0	16.8	2.393	0.0058	0.0140	0.0150	2
V y M, c/Int., R.A.	7.0	16.8	2.393	0.0058	0.0140	0.0150	2

Tabla 4.34 - Ductilidades en la dirección transversal del edificio de 4 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	10.0	14.4	1.441	0.0083	0.0120	0.0144	3
V y M, s/Int.	9.5	15.6	1.644	0.0079	0.0130	0.0148	3
V y M, c/Int.	9.5	14.4	1.516	0.0079	0.0120	0.0139	3
V, R.A.	10.0	14.4	1.441	0.0083	0.0120	0.0143	3
V y M, s/Int., R.A.	9.5	15.6	1.644	0.0079	0.0130	0.0147	3
V y M, c/Int., R.A.	9.5	15.6	1.644	0.0079	0.0130	0.0147	3

4.4.2.5 EDIFICIO DE CINCO NIVELES

Tabla 4.35 - Ductilidades en la dirección longitudinal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	10.0	16.5	1.651	0.0067	0.0110	0.0142	3
V y M, s/Int.	10.5	18.0	1.715	0.0070	0.0120	0.0145	3
V y M, c/Int.	10.5	18.0	1.715	0.0070	0.0120	0.0145	3
V, R.A.	10.0	18.0	1.801	0.0067	0.0120	0.0144	3
V y M, s/Int., R.A.	10.5	18.0	1.715	0.0070	0.0120	0.0142	3
V y M, c/Int., R.A.	10.5	18.0	1.715	0.0070	0.0120	0.0142	3

Tabla 4.36 - Ductilidades en la dirección transversal del edificio de 5 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	10.0	18.1	1.809	0.0067	0.0121	0.0148	4
V y M, s/Int.	11.0	18.1	1.644	0.0073	0.0121	0.0145	4
V y M, c/Int.	11.0	18.1	1.644	0.0073	0.0121	0.0145	4
V, R.A.	10.0	18.1	1.809	0.0067	0.0121	0.0149	4
V y M, s/Int., R.A.	11.0	18.1	1.644	0.0073	0.0121	0.0145	4
V y M, c/Int., R.A.	11.0	18.1	1.644	0.0073	0.0121	0.0145	4

4.4.2.6 EDIFICIO DE SEIS NIVELES

Tabla 4.37 - Ductilidades en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	15.0	21.6	1.441	0.0083	0.0120	0.0148	4
V y M, s/Int.	15.5	21.6	1.394	0.0086	0.0120	0.0145	4
V y M, c/Int.	15.5	21.6	1.394	0.0086	0.0120	0.0145	4
V, R.A.	15.0	21.6	1.441	0.0083	0.0120	0.0147	4
V y M, s/Int., R.A.	15.5	21.6	1.394	0.0086	0.0120	0.0145	4
V y M, c/Int., R.A.	15.5	21.6	1.394	0.0086	0.0120	0.0145	4

Tabla 4.38 - Ductilidades en la dirección transversal del edificio de 6 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	14.0	19.8	1.415	0.0078	0.0110	0.0139	5
V y M, s/Int.	14.0	19.8	1.415	0.0078	0.0110	0.0139	5
V y M, c/Int.	14.0	19.8	1.415	0.0078	0.0110	0.0139	5
V, R.A.	14.0	19.8	1.415	0.0078	0.0110	0.0140	5
V y M, s/Int., R.A.	14.0	19.8	1.415	0.0078	0.0110	0.0139	5
V y M, c/Int., R.A.	14.0	19.8	1.415	0.0078	0.0110	0.0139	5

4.4.2.7 EDIFICIO DE SIETE NIVELES

Tabla 4.39 - Ductilidades en la dirección longitudinal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	20.0	25.2	1.261	0.0095	0.0120	0.0145	5
V y M, s/Int.	20.0	25.2	1.261	0.0095	0.0120	0.0145	5
V y M, c/Int.	19.5	25.2	1.293	0.0093	0.0120	0.0145	5
V, R.A.	20.0	25.2	1.261	0.0095	0.0120	0.0146	5
V y M, s/Int., R.A.	20.0	25.2	1.261	0.0095	0.0120	0.0146	5
V y M, c/Int., R.A.	19.5	25.2	1.293	0.0093	0.0120	0.0146	5

Tabla 4.40 - Ductilidades en la dirección transversal del edificio de 7 niveles en la Zona del Lago del Valle de México

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	23.5	25.4	1.079	0.0112	0.0121	0.0149	6
V y M, s/Int.	23.0	25.4	1.103	0.0110	0.0121	0.0148	6
V y M, c/Int.	23.0	25.4	1.103	0.0110	0.0121	0.0148	6
V, R.A.	23.5	25.4	1.079	0.0112	0.0121	0.0150	6
V y M, s/Int., R.A.	23.0	25.4	1.103	0.0110	0.0121	0.0148	6
V y M, c/Int., R.A.	23.0	25.4	1.103	0.0110	0.0121	0.0149	6

4.4.3 MÉTODO SIMPLIFICADO

4.4.3.1 EDIFICIO DE CUATRO NIVELES

Tabla 4.41 - Ductilidades en la dirección longitudinal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	6.5	9.5	1.454	0.0054	0.0079	0.0091	2
V y M, s/Int.	5.5	7.9	1.442	0.0046	0.0066	0.0074	3
V y M, c/Int.	4.5	6.0	1.338	0.0038	0.0050	0.0059	3
V, R.A.	6.5	10.5	1.608	0.0054	0.0087	0.0101	2
V y M, s/Int., R.A.	6.5	12.4	1.908	0.0054	0.0103	0.0112	2
V y M, c/Int., R.A.	4.5	6.0	1.338	0.0038	0.0050	0.0059	3

Tabla 4.42 - Ductilidades en la dirección transversal del edificio de 4 niveles diseñado con el método simplificado

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	10.0	12.9	1.286	0.0083	0.0107	0.0126	3
V y M, s/Int.	7.0	15.3	2.187	0.0058	0.0128	0.0136	3
V y M, c/Int.	7.0	10.5	1.501	0.0058	0.0088	0.0099	3
V, R.A.	10.0	12.9	1.286	0.0083	0.0107	0.0127	3
V y M, s/Int., R.A.	7.0	16.5	2.358	0.0058	0.0138	0.0146	3
V y M, c/Int., R.A.	7.0	10.5	1.501	0.0058	0.0088	0.0099	3

4.4.3.2 EDIFICIO DE SEIS NIVELES

Tabla 4.43 - Ductilidades en la dirección longitudinal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	11.0	15.3	1.392	0.0061	0.0085	0.0101	3
V y M, s/Int.	10.5	14.6	1.388	0.0058	0.0081	0.0091	3
V y M, c/Int.	10.0	12.8	1.280	0.0056	0.0071	0.0083	4
V, R.A.	10.0	14.8	1.485	0.0056	0.0082	0.0098	3
V y M, s/Int., R.A.	10.5	14.6	1.388	0.0058	0.0081	0.0093	3
V y M, c/Int., R.A.	10.5	14.6	1.388	0.0058	0.0081	0.0082	4

Tabla 4.44 - Ductilidades en la dirección transversal del edificio de 6 niveles diseñado con el método simplificado

Modelo	Δ_y [cm]	Δ_m [cm]	μ	$\bar{\delta}_y$	$\bar{\delta}_m$	δ_m	Nivel
V	16.0	21.3	1.333	0.0089	0.0118	0.0141	4
V y M, s/Int.	13.0	21.1	1.623	0.0072	0.0117	0.0130	4
V y M, c/Int.	10.5	16.8	1.603	0.0058	0.0093	0.0109	4
V, R.A.	16.0	21.3	1.333	0.0089	0.0118	0.0148	5
V y M, s/Int., R.A.	13.5	24.2	1.792	0.0075	0.0134	0.0143	4
V y M, c/Int., R.A.	13.5	24.2	1.792	0.0075	0.0134	0.0149	4

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente trabajo se han estudiado once edificios con la misma configuración en planta, en los cuales se ha variado el número de niveles, la zona de la Ciudad de México en donde se localizan y el método de análisis empleado para su posterior diseño estructural.

El número de niveles repercute en la altura total del edificio, lo que incide de manera directa en la esbeltez de la estructura y en la esbeltez de los muros que la conforman. Esto también repercute en las demandas sísmicas para el diseño de la estructura, particularmente en la magnitud del cortante basal y en el momento de volteo en los muros de los pisos inferiores.

La zona de la Ciudad de México en donde se suponen localizados los edificios incide de manera directa en el espectro de diseño que se utiliza para el análisis sísmico y para el posterior diseño estructural, teniendo una influencia directa en el coeficiente sísmico y, por tanto, en la magnitud del cortante basal.

El método de análisis influye sobre el nivel de detalle con que se realiza el diseño estructural de los edificios, siendo que al emplear el método simplificado únicamente se revisan las capacidades generales de la estructura a corte para resistir fuerzas laterales. Sin embargo, cuando se realizan análisis más refinados, se diseñan de manera particular cada uno de los muros que conforman a una estructura, incluyendo los elementos confinantes. Esto conduce a un diseño estructural en donde se tienen elementos mucho más robustos y con refuerzos más densos.

Por ejemplo, se analizaron y diseñaron tres edificios con seis niveles, todos ellos con la misma planta tipo, la misma altura de entrepiso y, por tanto, la misma altura total. El primero de ellos se analizó suponiéndolo localizado en la Zona de Lomas del Valle de México; el segundo se supuso localizado en la Zona del Lago del Valle de México. Para estos dos edificios, se llevó a cabo un análisis modal espectral y un diseño estructural refinado. El tercer edificio se analizó con el Método Simplificado de Análisis incluido en las NTC-S.

Para el edificio en la Zona de Lomas, se requieren únicamente muros de 14 cm de espesor sin refuerzo horizontal; sin embargo, es necesario considerar tres tipos de castillos con armados más densos de lo usual en la práctica común. Para el edificio en la Zona del Lago, las demandas sísmicas hacen necesario que se requieran muros de 21 cm de espesor en gran parte de los muros de los primeros cuatro niveles, requiriendo también refuerzo horizontal por corte en la mayoría de los muros en todos los niveles y precisando utilizar cinco tipos de castillos con armados bastante más densos de lo usual en la práctica común. Sin embargo, el edificio diseñado con el Método Simplificado requiere únicamente muros de 14 cm de espesor sin ningún refuerzo horizontal y un solo tipo de castillo, con un armado usual en la práctica.

Estas diferencias en el diseño estructural y, por tanto, en las características de los elementos estructurales, implican a priori que el desempeño de las estructuras será distinto al someterlas a los análisis no lineales, independientemente de que compartan características geométricas importantes, tales como configuración y disposición de elementos estructurales, dimensiones en planta, alturas totales y relaciones de esbeltez.

En esta sección se discuten los resultados obtenidos de los análisis estáticos no lineales mostrados en la sección anterior, y se hace un análisis de los mismos desde dos enfoques:

1. Sobrerresistencia
2. Ductilidad

5.1. SOBRERRESISTENCIA

Como se mencionó anteriormente, el Apéndice A de las NTC-S establece que la sobrerresistencia de las estructuras varía entre 2 para estructuras de periodo largo y 2.5 para estructuras de periodo corto. Sin embargo, algunos estudios experimentales han encontrado que la sobrerresistencia de las estructuras de mampostería de pocos niveles puede ser mucho mayor, llegando incluso a tener valores de 8 (Arias 2005).

En las gráficas 5.1 a 5.6 se muestran las sobrerresistencias alcanzadas por los edificios analizados vs. el número de niveles de los mismos, para las dos direcciones ortogonales. Estas gráficas se dividen en tres grupos: edificios en la Zona del Lago del Valle de México, edificios en la Zona de Lomas del Valle de México y edificios diseñados con el Método Simplificado.

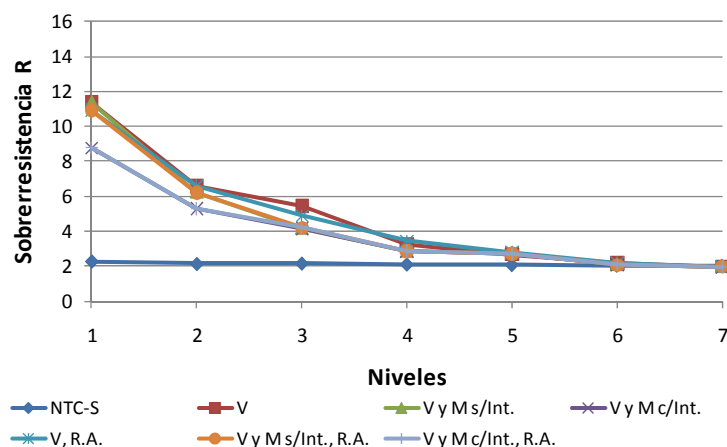


Figura 5.1 - Sobrerresistencia en dirección longitudinal de los edificios en la Zona del Lago

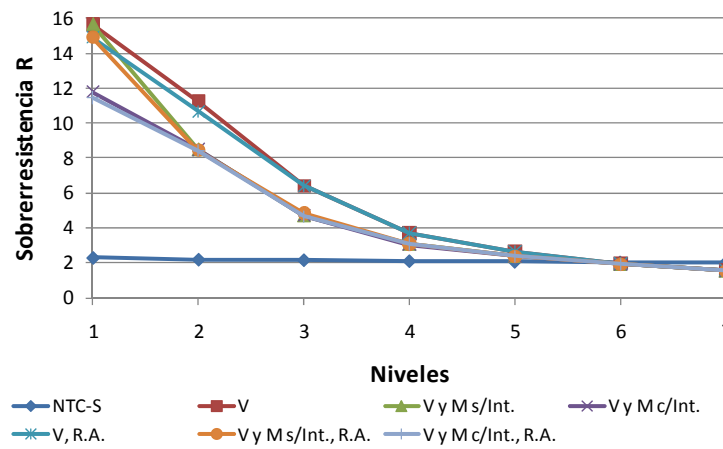


Figura 5.2 - Sobrerresistencia en dirección transversal de los edificios en la Zona del Lago

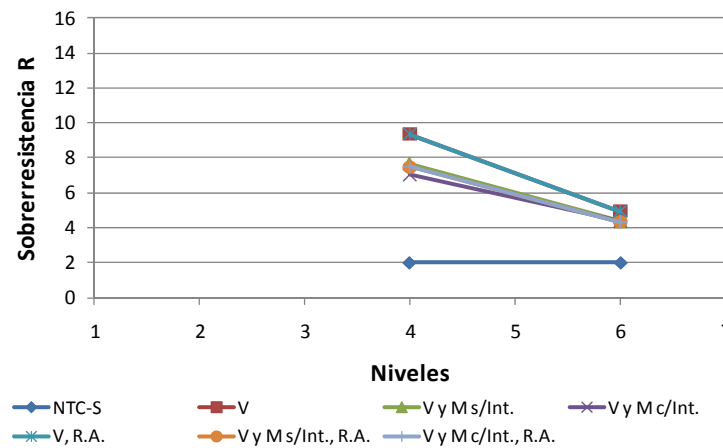


Figura 5.3 - Sobrerresistencia en dirección longitudinal de los edificios en la Zona de Lomas

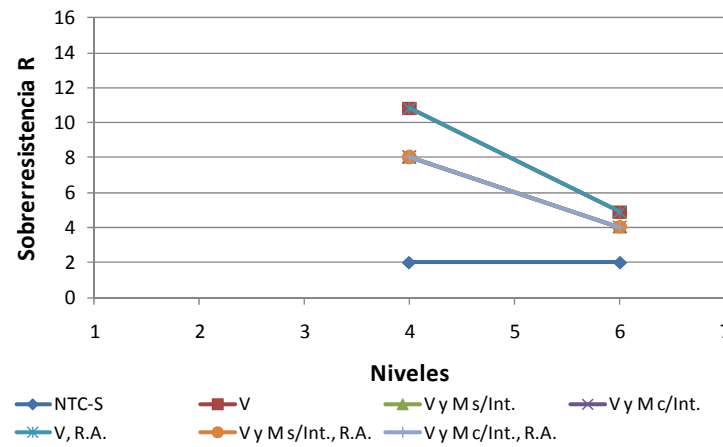


Figura 5.4 - Sobrerresistencia en dirección transversal de los edificios en la Zona de Lomas

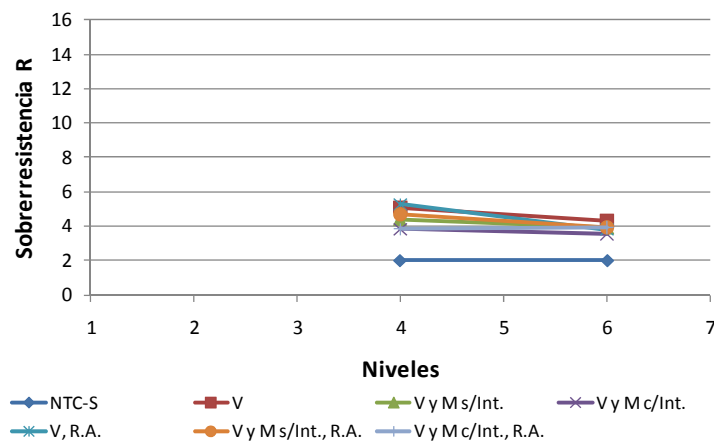


Figura 5.5 - Sobrerresistencia en dirección longitudinal de los edificios diseñados con el Método Simplificado

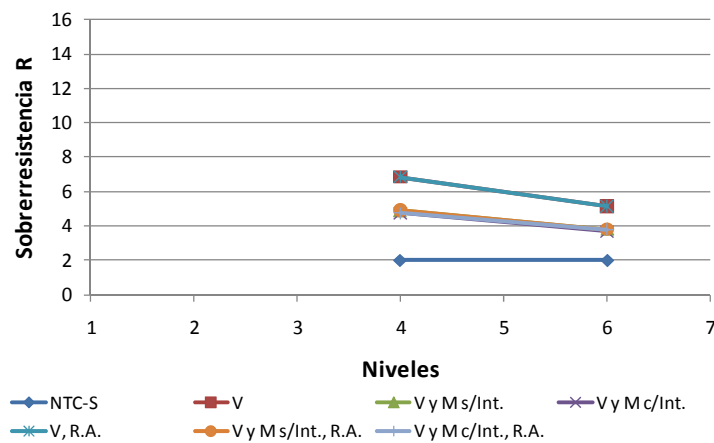


Figura 5.6 - Sobrerresistencia en dirección transversal de los edificios diseñados con el Método Simplificado

En estas gráficas se observa una clara disminución de la sobrerresistencia de los edificios conforme aumenta el número de niveles, es decir, su altura total. A pesar de que para los edificios localizados en la Zona de Lomas y para aquellos diseñados con el Método Simplificado se tienen únicamente dos datos en cada caso, la tendencia de la sobrerresistencia a disminuir conforme aumenta la altura de los edificios continúa siendo clara.

Dichas gráficas confirman también que la sobrerresistencia lateral de los edificios es inversamente proporcional a su relación de aspecto, de tal forma que la sobrerresistencia es también inversamente proporcional a la esbeltez de los muros de una estructura.

Por otro lado, se tienen los edificios de cuatro niveles y de seis niveles cuyas características geométricas son muy similares entre sí, las dimensiones en planta, altura y disposición de muros

es idéntica, cambiando únicamente en algunos casos los espesores de muros, el tipo de castillos empleados para confinarlos y la presencia de acero de refuerzo por corte.

Para cada caso (cuatro niveles y seis niveles) uno de estos edificios se diseñó suponiéndolo localizado en la Zona de Lomas del Valle de México, un segundo edificio se diseñó suponiéndolo localizado en la Zona del Lago del Valle de México y el tercero se diseñó empleando el Método Simplificado.

En las figuras 5.13 a 5.17 se muestra una comparación de la sobrerresistencia alcanzada por los edificios de cuatro niveles y de seis niveles para cada uno de los casos de diseño, en cada dirección ortogonal. Bajo la nomenclatura “NTC-S” se muestra con fines comparativos la sobrerresistencia calculada mediante las expresiones contenidas en las NTC-S (2004) para cada caso de diseño.

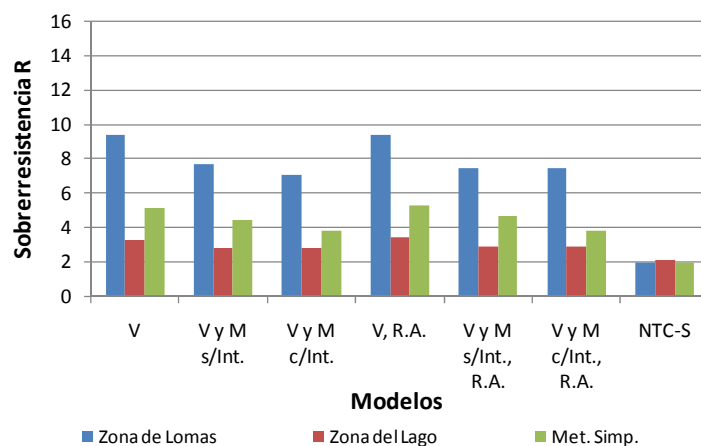


Figura 5.13 - Comparación de sobrerresistencias para edificios de cuatro niveles en la dirección longitudinal

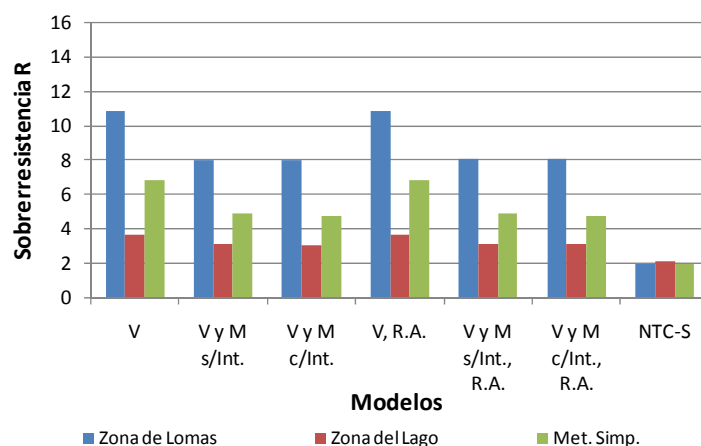


Figura 5.14 - Comparación de sobrerresistencias para edificios de cuatro niveles en la dirección transversal

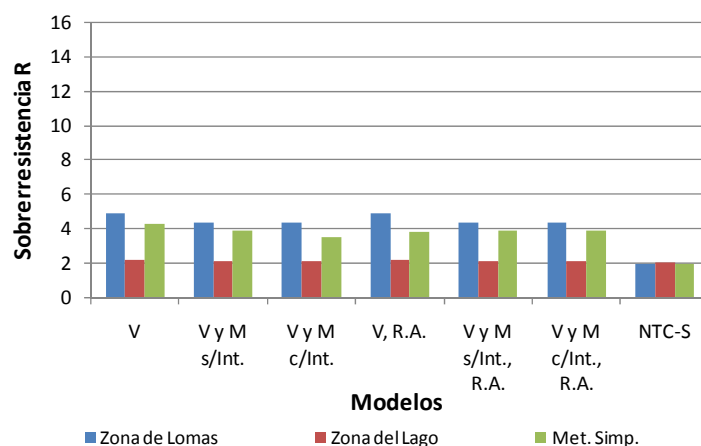


Figura 5.15 - Comparación de sobrerresistencias para edificios de seis niveles en la dirección longitudinal

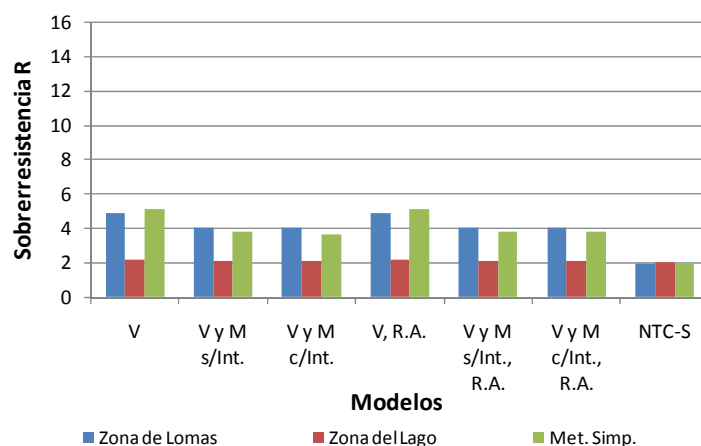


Figura 5.16 - Comparación de sobrerresistencias para edificios de seis niveles en la dirección transversal

En estas gráficas es posible observar que, de manera consistente, los edificios que alcanzan la mayor sobrerresistencia son los que fueron diseñados suponiéndolos localizados en la Zona de Lomas, mientras que los que alcanzan las menores sobrerresistencias, también de manera consistente, son aquellos que fueron diseñados suponiéndolos localizados en la Zona del Lago del Valle de México.

Esta situación puede explicarse por las demandas sísmicas que le son impuestas a las estructuras en estos dos sitios: mientras que para el edificio de cuatro niveles ubicado en la Zona de Lomas el cortante basal de diseño es de 20.695 Ton en la dirección longitudinal y de 19.966 Ton en la dirección transversal, para el edificio ubicado en la Zona del Lago, el cortante basal de diseño es de 59.677 Ton en la dirección longitudinal y de 58.479 Ton en la dirección transversal.

Sin embargo, si se compara el cortante último menor (respecto de los seis modelos analizados en cada dirección ortogonal) alcanzado por los edificios, para el edificio de cuatro niveles ubicado en

la Zona de Lomas se tiene un cortante basal último de 145.9 Ton en la dirección longitudinal y de 160.3 Ton en la dirección transversal, mientras que para el edificio ubicado en la Zona del Lago se tiene un cortante basal último de 169.8 Ton en la dirección longitudinal y de 177.3 Ton en la dirección transversal.

Por otra parte, estas figuras muestran que las recomendaciones de diseño de las NTC-M (2004) conducen a una sobrerresistencia mayor en la Zona de Lomas que en la Zona del Lago. De manera intuitiva, puede afirmarse que lo anterior no es correcto ya que es en la Zona del Lago donde pueden esperarse mayores demandas de resistencia y, por tanto, sería conveniente que las estructuras contaran con una mayor sobrerresistencia.

Los factores de sobrerresistencia obtenidos para los modelos diseñados con el método simplificado se muestran exclusivamente con fines comparativos, ya que se reconoce que su uso no está permitido por las NTC-S (2004) para los edificios estudiados. Además, los valores de sobrerresistencia obtenidos para estos modelos no necesariamente implican un buen comportamiento estructural, porque al emplear este método no se revisan las distorsiones laterales ni el momento de volteo en los muros.

En las figuras 5.17 y 5.18 se muestra una comparación de la sobrerresistencia obtenida en cada uno de los edificios analizados con cada uno de los seis modelos no lineales empleados. Estas dos gráficas indican que los dos modelos que consideran articulaciones plásticas a cortante y a momento y que además incluyen interacción flexión-corte ("*V y M c/Int.*" y "*V y M c/Int., R.A.*") son los que conducen, en la mayoría de los casos aunque no de manera significativa, a las menores sobrerresistencias. El efecto de interacción es menor en los casos de 5, 6 y 7 niveles debido a que el momento de volteo es mayor y por lo tanto los muros tienden a fallar por flexión sin interacción. La interacción es más significativa en los casos de 1, 2 y 3 niveles, debido a que esos muros si fallarían por interacción flexión-corte.

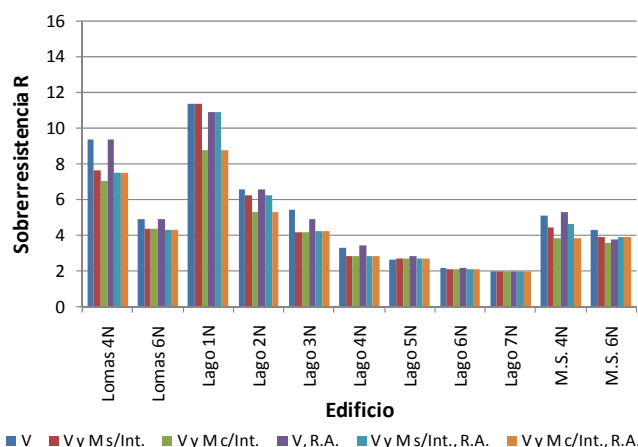


Figura 5.17 - Comparación de sobrerresistencias por edificio en la dirección longitudinal

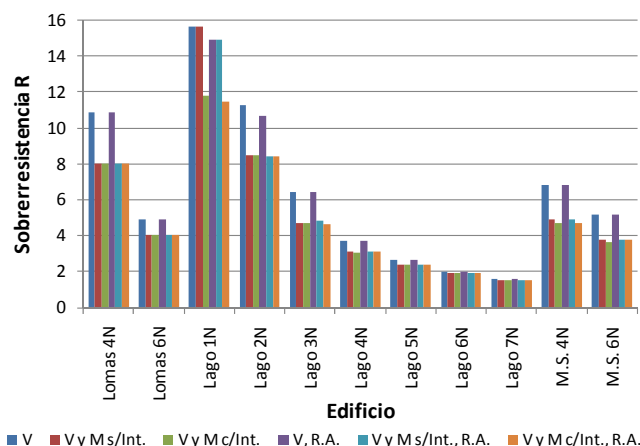


Figura 5.18 - Comparación de sobrerresistencias por edificio en la dirección transversal

Con la finalidad de determinar cuál de los modelos resulta la mayor cantidad de veces en una menor sobrerresistencia, se realiza un análisis estadístico de los resultados anteriores. Siendo que en el presente trabajo fueron analizados no linealmente once edificios en dos direcciones ortogonales mediante seis modelos para describir la no linealidad a corte de los muros de mampostería, se tiene un total de 132 análisis no lineales realizados.

En la figura 5.19 se presenta el número de veces y el porcentaje que cada uno de los seis modelos empleados para describir la no linealidad a corte de los muros de mampostería arroja la menor sobrerresistencia, para los once edificios analizados en dos direcciones ortogonales.

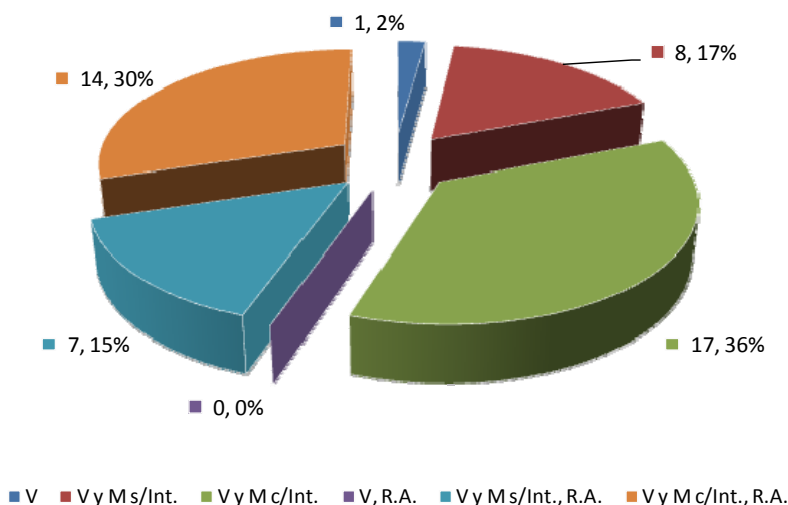


Figura 5.19 - Comparación de la sobrerresistencia arrojada por los modelos para describir la no linealidad a corte de la mampostería

De la figura anterior, se desprende que el modelo que arroja los resultados más conservadores, al arrojar en el 36% de los análisis la menos sobrerresistencia, es aquel que incluye propiedades no lineales a corte con interacción V-M dependientes del refuerzo horizontal y propiedades no lineales a flexión de los muros de la planta baja, es decir, el modelo denominado “V y M c/Int.”. Sin embargo, el modelo denominado “V y M c/Int., R.A.”, es decir, aquel en el que se incluyen propiedades no lineales a corte con interacción V-M dependientes de las relaciones de aspecto de los muros y propiedades no lineales a flexión de los muros de la planta baja, arroja la menor sobrerresistencia en el 30% de los análisis.

Lo anterior evidencia que es fundamental considerar la interacción V-M al estimar cuando se pretende estimar la resistencia de una estructura de mampostería. Además, sugiere que considerar la presencia de acero de refuerzo por corte en los muros tiene una influencia ligeramente más determinante sobre el desempeño global de la estructura que considerar la relación de aspecto de los mismos. Sin embargo, los resultados obtenidos difícilmente pueden considerarse concluyentes en este último sentido.

5.2. DUCTILIDAD

La ductilidad de desplazamiento, definida como el cociente del desplazamiento lateral máximo entre el desplazamiento lateral de fluencia (conforme a la sección 4.4), es una medida importante del desempeño de una estructura, ya que es un indicador de la capacidad de deformación que posee una estructura una vez que sus elementos estructurales han comenzado a dañarse por ingresar en su intervalo de comportamiento no lineal. En las figuras 5.20 y 5.21 se muestra una comparación de las ductilidades alcanzadas por cada edificio para los modelos empleados para describir la no linealidad a corte de los muros de mampostería, en cada dirección ortogonal.

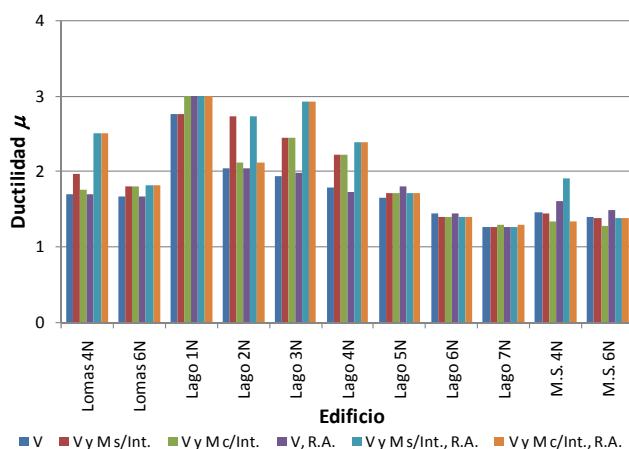


Figura 5.20 - Comparación de ductilidades por edificio en la dirección longitudinal

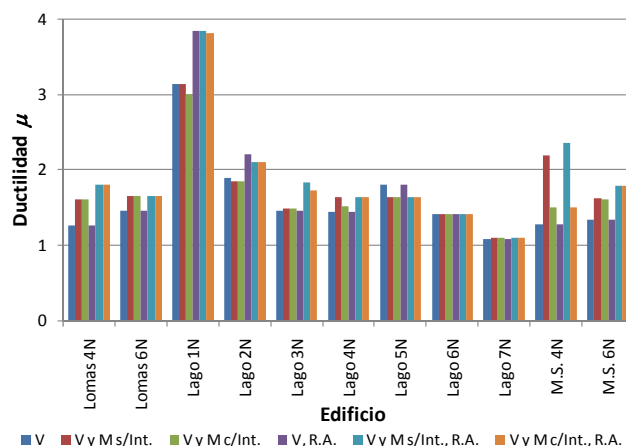


Figura 5.21 - Comparación de ductilidades por edificio en la dirección transversal

En las figuras anteriores es posible observar que la ductilidad carece de un patrón de comportamiento bien definido, aunque puede observarse una cierta tendencia a la disminución de la ductilidad conforme aumenta la altura de los edificios. Sin embargo, salvo algunos casos, como el edificio de cuatro niveles diseñado con el método simplificado, para un edificio dado los seis modelos empleados para describir la no linealidad a corte de los muros de mampostería arrojan resultados similares en cuanto a la ductilidad de desplazamiento.

Asimismo, es posible observar en las gráficas anteriores que en los casos en que existe una discrepancia sustancial en las ductilidades, el modelo que arroja la mayor es el denominado “V y M, s/Int., R.A.”, en el cual se incluyen propiedades no lineales a corte sin interacción V-M dependientes de la relación de aspecto y propiedades no lineales a flexión de los muros de la planta baja.

Cabe señalar que el diseño estructural de los modelos estudiados se realizó considerando un factor de comportamiento sísmico $Q = 2$ en apego a las NTC-S (2004), lo cual implica que la estructura es diseñada para admitir una deformación inelástica correspondiente a una ductilidad cercana a 2.

En las figuras 5.20 y 5.21 se evidencia que los edificios analizados alcanzan una ductilidad mayor o igual a 2 únicamente en el 25% de los casos. Más aún, únicamente el edificio de 1 nivel en la zona del lago alcanza en todos los casos de análisis y en ambas direcciones ortogonales una ductilidad mayor que 2. El edificio de 2 niveles cumple satisfactoriamente con los requisitos de ductilidad para la dirección longitudinal, más no para la dirección transversal. El edificio de 3 niveles cumple razonablemente bien en la dirección longitudinal pero no así en la dirección transversal. El resto de los edificios muestran una ductilidad por debajo de lo esperado. Lo anterior implica que los requisitos de detallado de las NTC-M (2004) pueden no producir ductilidades adecuadas.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Debido al tipo de edificios de mampostería que se han venido construyendo en la Ciudad de México en los últimos años, se hace necesario promover diseños estructurales más racionales, que tomen en cuenta todos los factores que influyen sobre las demandas a los que se verán sujetos este tipo de edificios, lo que permitirá determinar de manera más acertada las capacidades que requiere una estructura para mostrar un comportamiento satisfactorio durante eventos sísmicos. Sin embargo, también resulta necesario que el método de análisis y diseño estructural resulte suficientemente sencillo y eficiente.

De los resultados obtenidos en este trabajo, es posible construir las siguientes conclusiones:

1. Los muros de mampostería tienden a fallar por un mecanismo de interacción flexión-cortante (Sección 3.3.3 “*Interacción Flexión-Cortante*”), más que por mecanismos a flexión pura o a cortante puro. Esta tendencia se incrementa conforme aumenta la altura de los edificios. De igual manera, en un edificio dado el número de muros que fallan por flexión pura aumenta conforme crece la altura, mientras que el número de muros que falla a cortante puro disminuye. De esto se desprende que la interacción V-M debe ser considerada cuando se estiman las propiedades no lineales de muros de mampostería.
2. De manera general, la sobrerresistencia lateral en edificios de mampostería de pocos niveles, calculada de manera analítica mediante análisis estáticos no lineales ante carga monótona creciente, puede llegar a ser varias veces mayor al valor obtenido mediante la ecuación incluida en el Apéndice A de las NTC-S.
3. La sobrerresistencia lateral en edificios de mampostería guarda una relación de proporcionalidad inversa con su altura: conforme crece la relación H/L de un edificio, decrece la sobrerresistencia que éste es capaz de alcanzar. En edificios altos, la sobrerresistencia puede llegar a ser menor al valor obtenido mediante la ecuación incluida en el Apéndice A de las NTC-S.
4. El modelo que estima de manera más conservadora al sobrerresistencia lateral de edificios de mampostería es aquel en el que se incluyen las propiedades no lineales a corte con interacción V-M dependientes del refuerzo horizontal y propiedades no lineales a flexión

de los muros de la planta baja. El segundo modelo más conservador para estimar la sobrerresistencia lateral es aquel en el cual se incluyen propiedades no lineales a corte con interacción V-M dependientes de las relaciones de aspecto de los muros y propiedades no lineales a flexión de los muros de la planta baja. De esto se desprende nuevamente que la interacción V-M debe ser considerada cuando se estiman las propiedades no lineales de muros de mampostería.

5. La ductilidad de desplazamiento lateral de los edificios de mampostería no muestra un patrón de comportamiento bien definido, mostrando una cierta tendencia a disminuir conforme crece la relación de esbeltez de los edificios y pareciendo ser más bien independiente del modelo empleado para describir la no linealidad a corte de los muros de mampostería.
6. La distorsión límite para seguridad contra colapso establecida por el mismo cuerpo normativo es conservadora, ya que todos los edificios, sin excepción, alcanzan su cortante basal último en niveles de distorsión superiores a dicho límite.
7. El modelo empleado para describir la no linealidad a corte de los muros de mampostería tiene cierta influencia sobre la distorsión última de los edificios, siendo más conservador aquel en el cual se incluyen las propiedades no lineales a corte con interacción V-M dependientes del refuerzo horizontal y propiedades no lineales a flexión de los muros de la planta baja.
8. El nivel de desempeño de los edificios diseñados mediante el Método Simplificado es muy inferior al de los edificios diseñados en la Zona de Lomas o en la Zona del Lago del Valle de México, exhibiendo los primeros resistencias y capacidades de deformación muy inferiores a los otros dos. Esto sugiere que un edificio diseñado con el Método Simplificado (cuando éste no es aplicable) puede tener serios problemas de sub-diseño.

6.2. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos y en las conclusiones expuestas en esta sección, se presentan las siguientes recomendaciones:

1. En el presente trabajo, se consideró a la interacción flexión-cortante determinada por una relación lineal definida originalmente para la mampostería neozelandesa (Voon y Ingham 2007). Sin embargo, las características mecánicas de ésta última son muy distintas a las de la mampostería mexicana. Por lo tanto, es necesario realizar trabajos experimentales que permitan definir la naturaleza de la interacción flexión-cortante de la mampostería mexicana para evaluar su resistencia a corte de una manera más adecuada y precisa.

-
2. Deben estudiarse aún más la influencia que tiene la relación de aspecto H/L sobre la capacidad de deformación lateral de los muros de mampostería, particularmente para muros esbeltos.
 3. Debe hacerse énfasis en que el empleo del método simplificado de análisis, establecido en las NTC-S (2004), debe restringirse en la práctica a los edificios que cumplan de manera estricta con las limitaciones indicadas para su uso en las NTC-S (2004) y en las NTC-M (2004). Más aún, debe preferirse siempre realizar un análisis y diseño estructural más refinado, en donde se diseñen los elementos estructurales de manera particular para los elementos mecánicos que actúan sobre ellos.

BIBLIOGRAFÍA

Arias, J. G. «Ensayos en Mesa Vibradora de un Modelo a Escala 1:2 de Edificio de Mampostería Confinada de Tres Niveles.» *Tesis de Maestría*. División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Marzo de 2005.

Astroza, Maximiliano, y Andrés Schmidt. «Capacidad de Deformación de Muros de Albañilería Confinada para Distintos Niveles de Desempeño.» *Revista de Ingeniería Sísmica*, nº 70 59-75 (2004).

Bazán, Enrique, y Roberto Meli. *Diseño Sísmico de Edificios*. México, D.F.: Editorial Limusa, S.A. de C.V., 2001.

Correa Arizmendi, Héctor. «Evaluación de los Criterios de Diseño Sísmico de la Propuesta del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal del 2001 para Edificios Regulares con base en Marcos Dúctiles de Concreto Reforzado.» Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.

Flores, Leonardo E., y Sergio M. Alcocer. *Estudio Analítico de Estructuras de Mampostería Confinada*. Área de Ingeniería Estructural y Geotecnia, Centro Nacional de Prevención de Desastres, Ciudad de México: Sistema Nacional de Protección Civil, 1995.

Gobierno del Distrito Federal. «Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.» *Gaceta Oficial del Distrito Federal* Tomo II, nº 103-Bis (Octubre 2004).

Gobierno del Distrito Federal. «Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.» *Gaceta Oficial del Distrito Federal* Tomo II, nº 103-Bis (Octubre 2004).

Gobierno del Distrito Federal. «Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.» *Gaceta Oficial del Distrito Federal* Tomo I, nº 103-Bis (Octubre 2004).

Gobierno del Distrito Federal. «Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería.» *Gaceta Oficial del Distrito Federal* Tomo I, nº 103-Bis (Octubre 2004).

Gobierno del Distrito Federal. «Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.» *Gaceta Oficial del Distrito Federal* Tomo II, nº 103-Bis (Octubre 2004).

Lotfi, Hamid R., y P. Benson Shing. «Interface Model Applied to Fracture of Masonry Structures.» *Journal of Structural Engineering / January 1994* 120, nº 1 (1992).

Meli, Roberto, y Alejandro Reyes. «Propiedades Mecánicas de la Mampostería.» Universidad Nacional Autónoma de México, 1971.

Meli, Roberto, y Oscar Hernández. «Propiedades de Piezas para Mampostería producidas en el Distrito Federal.» Universidad Nacional Autónoma de México, 1971.

Priestley, M. J. N., y D. McG. Elder. «Seismic Behaviour of Slender Concrete Masonry Shear Walls.» Research Report, Department of Civil Engineering, University of Canterbury, Christchurch New Zealand, 1982.

Reyes Salinas, Carlos, y Leobardo Domínguez Morales. *Informe sobre las Condiciones de Seguridad Estructural de los Edificios Departamentales de la Unidad Habitacional "INFONAVIT-Cañadas", ubicada en la Ciudad de Culiacán, Sinaloa*. Subdirección de Estructuras y Geotécnia, Centro Nacional de Prevención de Desastres, Ciudad de México: Sistema Nacional de Protección Civil, 2003.

Rodríguez, Mario E. «Un Enfoque Alternativo para la Evaluación y Diseño de Edificaciones de Mampostería en Zonas Sísmicas.» *Revista de Ingeniería Sísmica* (Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica), nº 70 (2004): 27-58.

Rodríguez, Mario E., y Juan Carlos Botero P. «Comportamiento Sísmico de Estructuras Considerando Propiedades Mecánicas de Aceros de Refuerzo Mexicanos.» *Revista de Ingeniería Sísmica*, nº 49 (1995): 39-50.

Ruiz-García, Jorge, y Eduardo Miranda. «Evaluación de los Factores de Reducción de Resistencia por Ductilidad para Estructuras de Mampostería Cimentadas en Terreno Firme.» *Revista de Ingeniería Sísmica* 1-23, nº 69 (2003).

Shing, P. B., J. L. Noland, E. Klammerus, y H. Spaeh. «Inelastic Behavior of Concrete Masonry Shear Walls.» *Journal of Structural Engineering* (American Society of Structural Engineering) 115, nº 9 (Septiembre 1989): 2204-2225.

Shing, P. B., M. Schuller, y V. S. Hoskere. «In-Plane Resistance of Reinforced Masonry Shear Walls.» *Journal of Structural Engineering* (American Society of Structural Engineering) 116, nº 3 (Marzo 1990): 619-641.

Susuki, Shigeru, y Anne Kiremidjian. *The Mexico Earthquake of September 1985, A Preliminary Report*. Department of Civil and Environmental Engineering, The John A. Blume Earthquake Engineering Center, Stanford University, 1986.

Tena Colunga, Arturo. *Análisis de Estructuras con Métodos Matriciales*. México, D.F.: Editorial Limusa, S.A. de C.V., 2007.

Terán Gilmore, Amador, y Marco Espinosa Johnson. «Diseño por Desempeño de Estructuras Dúctiles de Concreto Reforzado Ubicadas en la Zona del Lago del Distrito Federal: La Resistencia

Lateral de Diseño.» *Revista de Ingeniería Sísmica* (Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A.C.), nº 078 (enero-junio 2008): 23-46.

Tomazevic, Miha, Marjana Lutman, y Ljubo Petkovic. «Seismic Behavior of Masonry Walls: Experimental Simulation.» *Journal of Structural Engineering / September 1996*, 1996.

Tomazevic, Miha, y Marjana Lutman. «Seismic Behavior of Masonry Walls: Modeling of Hysteretic Rules.» *Journal of Structural Engineering / September 1996*, 1996.

Turkstra, Carl J. «Resistencia de Muros de Mampostería ante Cargas Verticales Excéntricas.» Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 1970.

Voon, K. C., y J. M. Ingham. «Design Expression for the In-Plane Shear Strength of Reinforced Concrete Masonry.» Editado por Sanj Malushte. *Journal of Structural Engineering* (American Society of Structural Engineering) 133, nº 5 (Mayo 2007): 706-713.

Zúñiga Cuevas, Oscar. *Evaluación Analítica de la Respuesta Sísmica de las Edificaciones de Mampostería, Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Estructural*. México, D. F.: Universidad Autónoma Metropolitana, 2005.

Zúñiga Cuevas, Oscar, y Amador Terán Gilmore. «Evaluación Basada en Desplazamientos en Edificaciones de Mampostería Confinada.» *Revista de Ingeniería Sísmica*, nº 79 (2008): 25-48.

APÉNDICE A

DIAGRAMAS DE INTERACCIÓN

P - M

En esta sección, se presentan los diagramas de interacción carga axial – momento flexionante para cada muro de planta baja, utilizados para la revisión por flexión en los diseños estructurales de los edificios 1 al 9, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2.1.

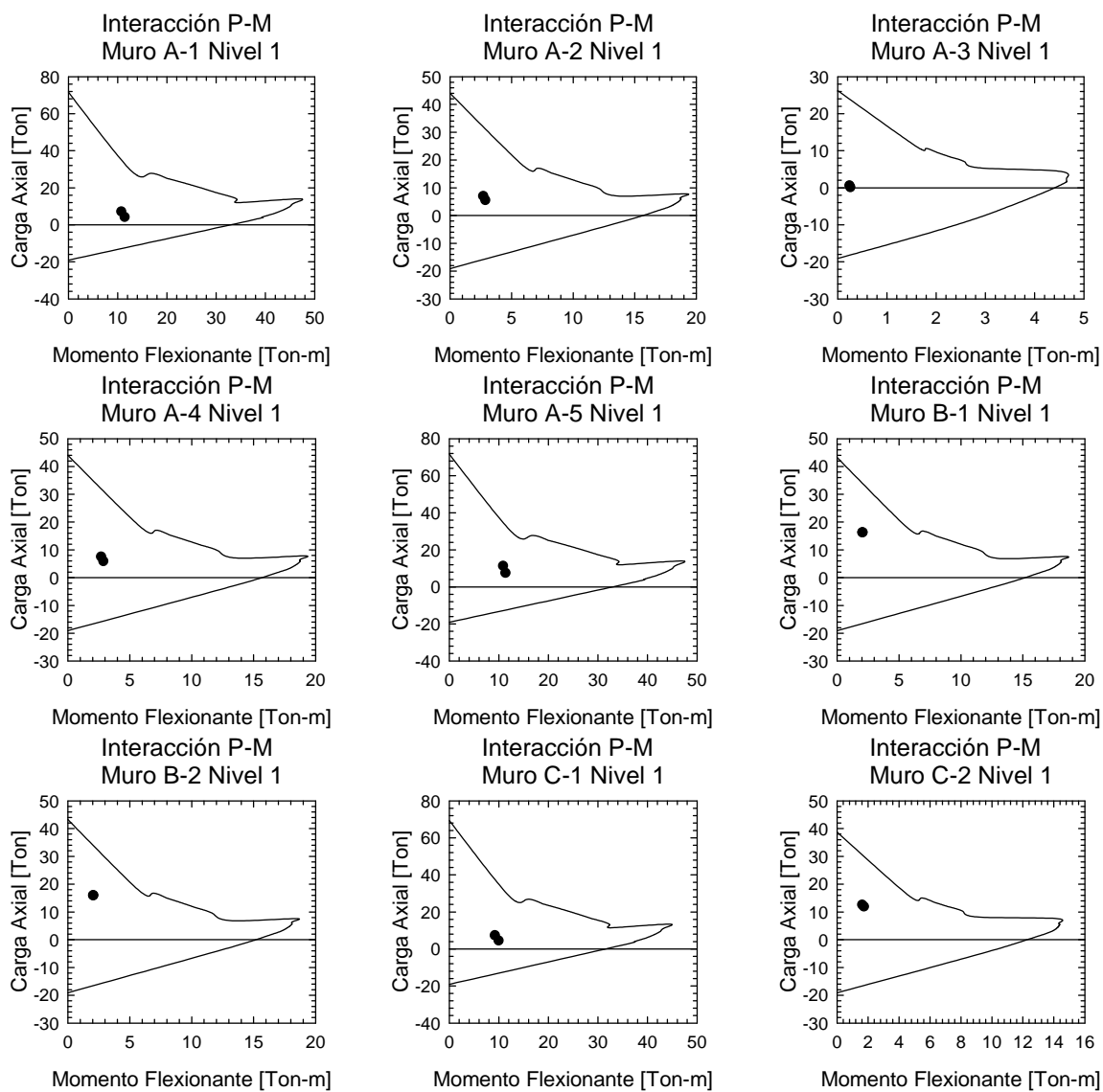


Figura A.1 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (1 a 9) de los muros del primer nivel, edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

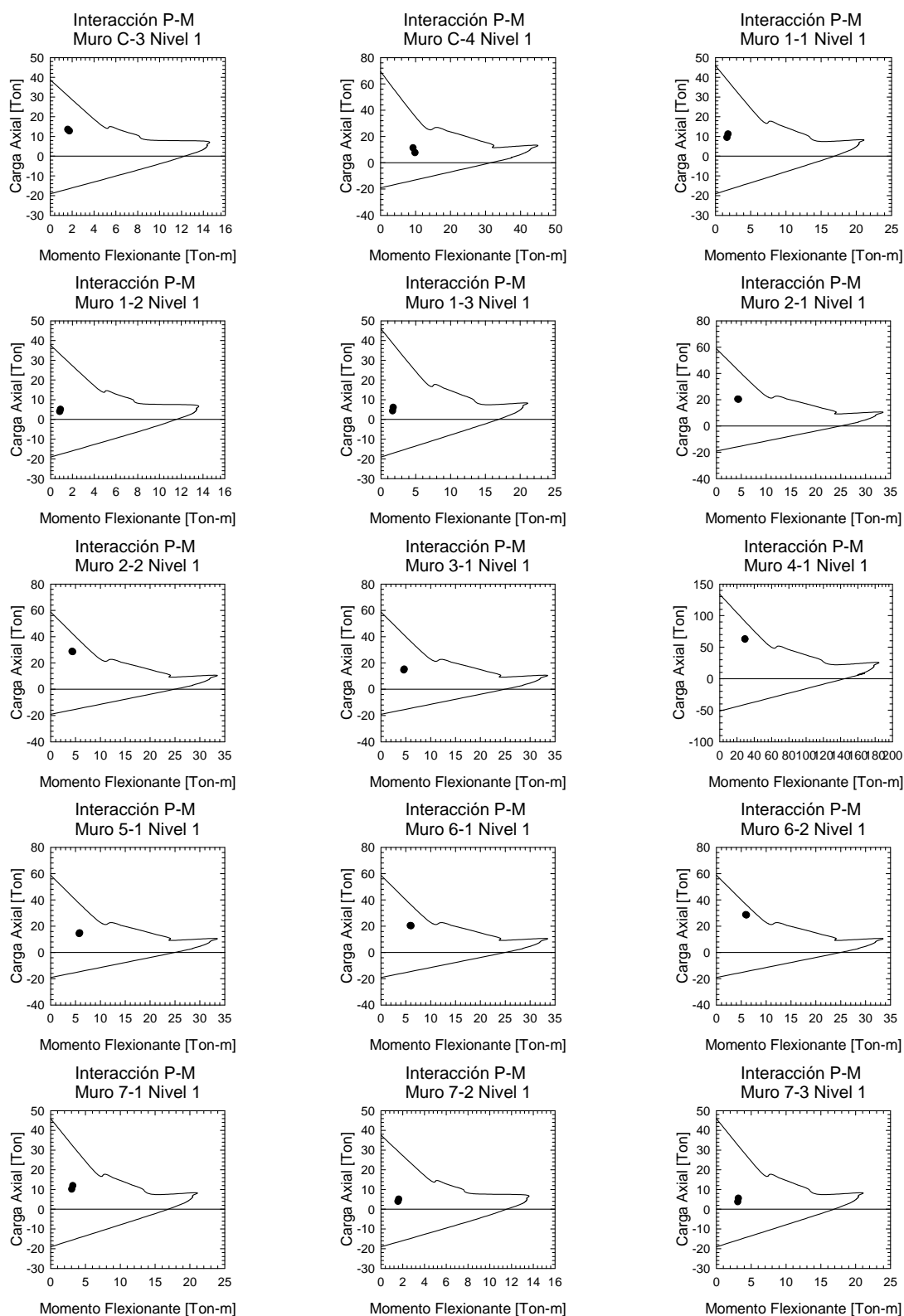


Figura A.2 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (10 a 24) de los muros del primer nivel, edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

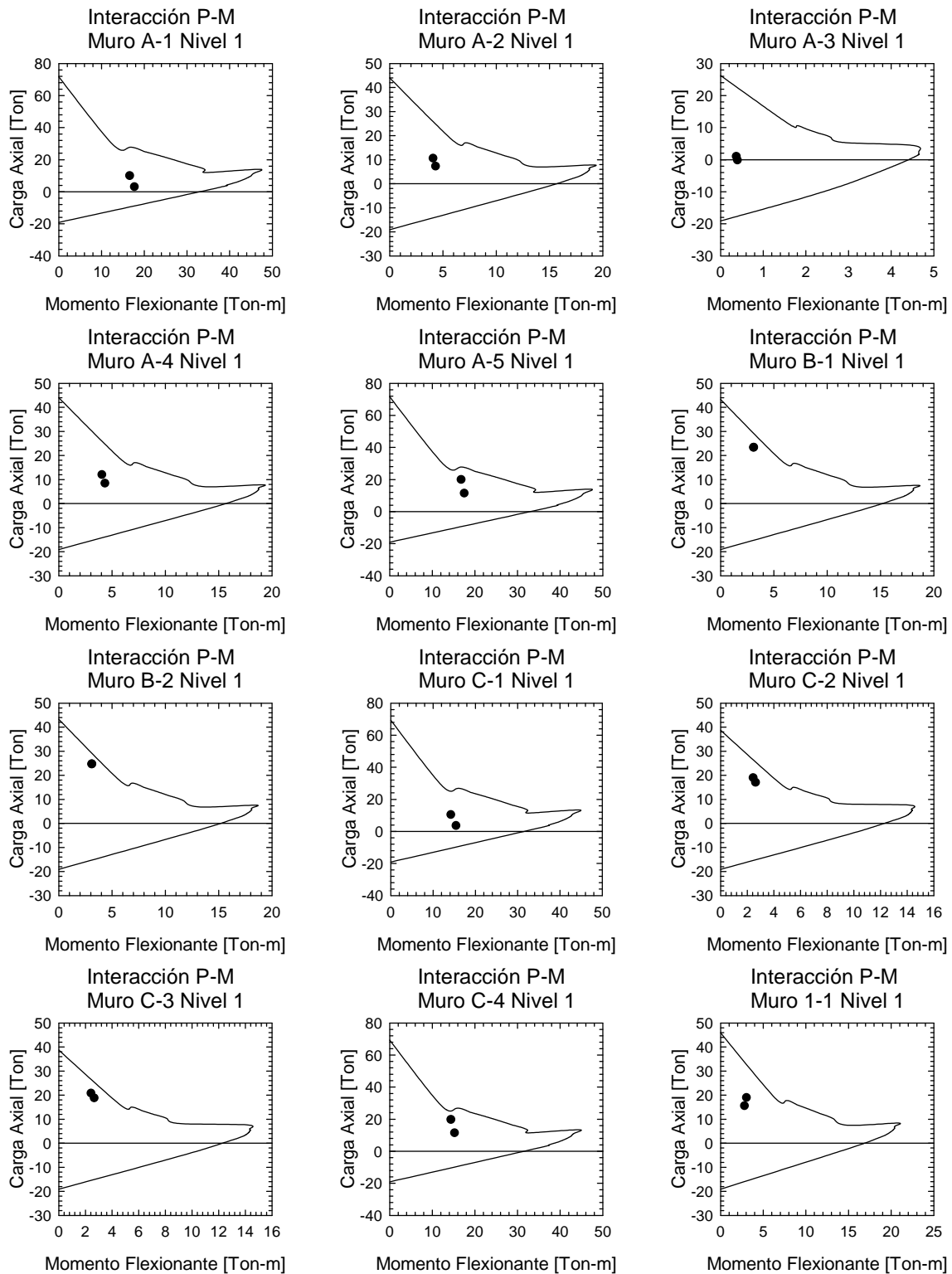


Figura A.3 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (1 a 12) de los muros del primer nivel, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

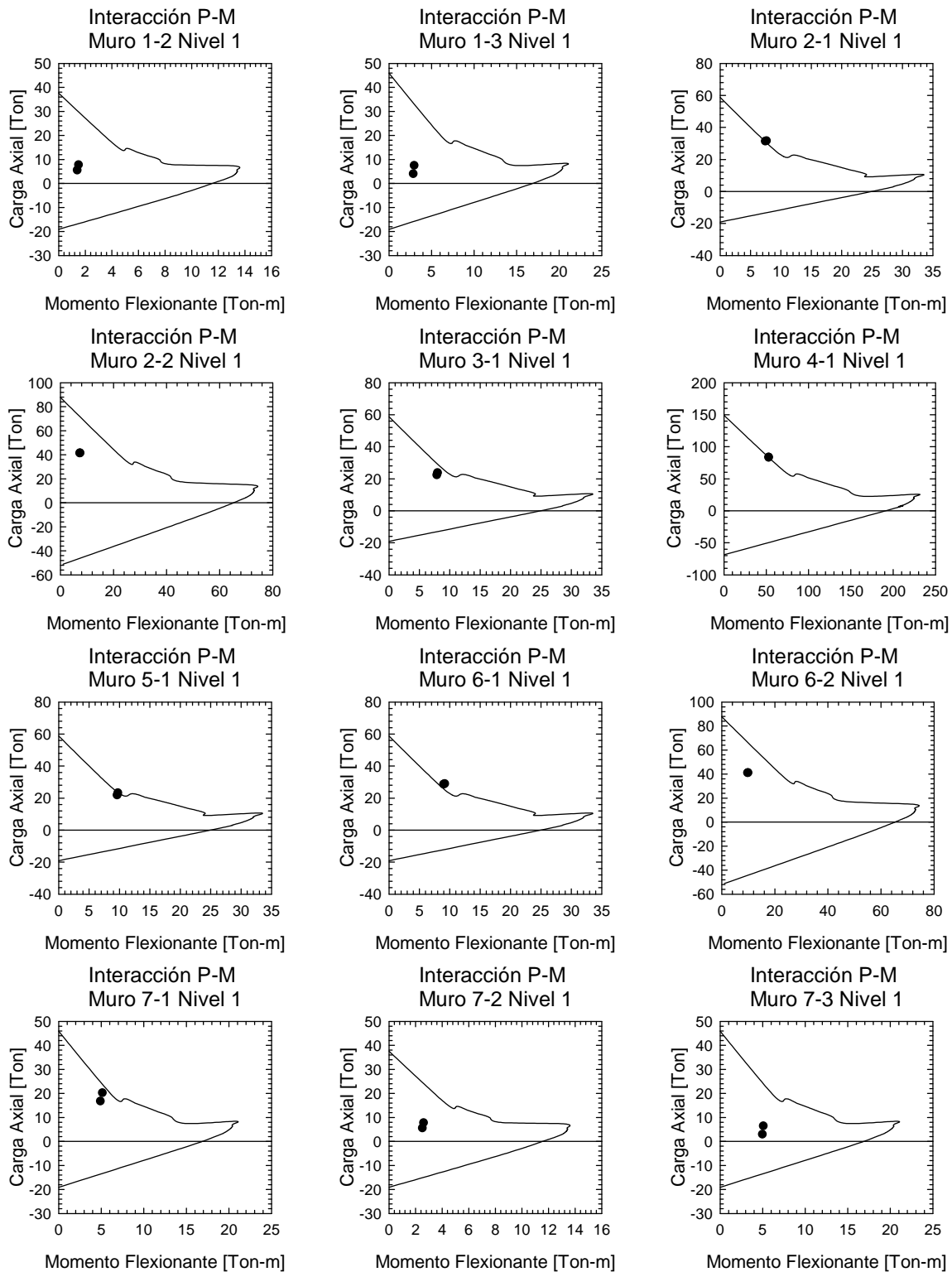


Figura A.4 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (13 a 24) de los muros del primer nivel, edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

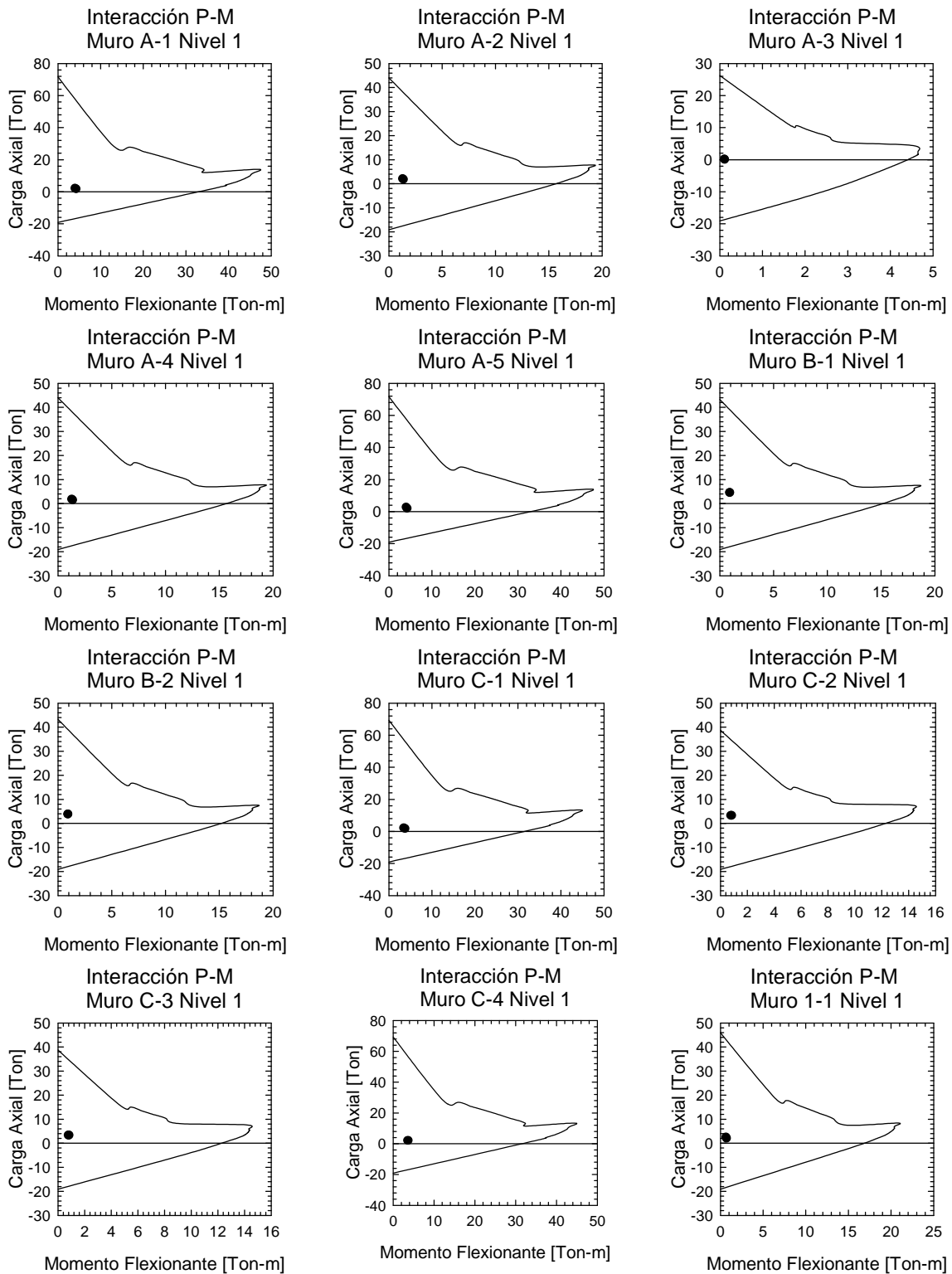


Figura A.5 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (1 a 12) de los muros del edificio de un nivel en la Zona del Lago del Valle de México

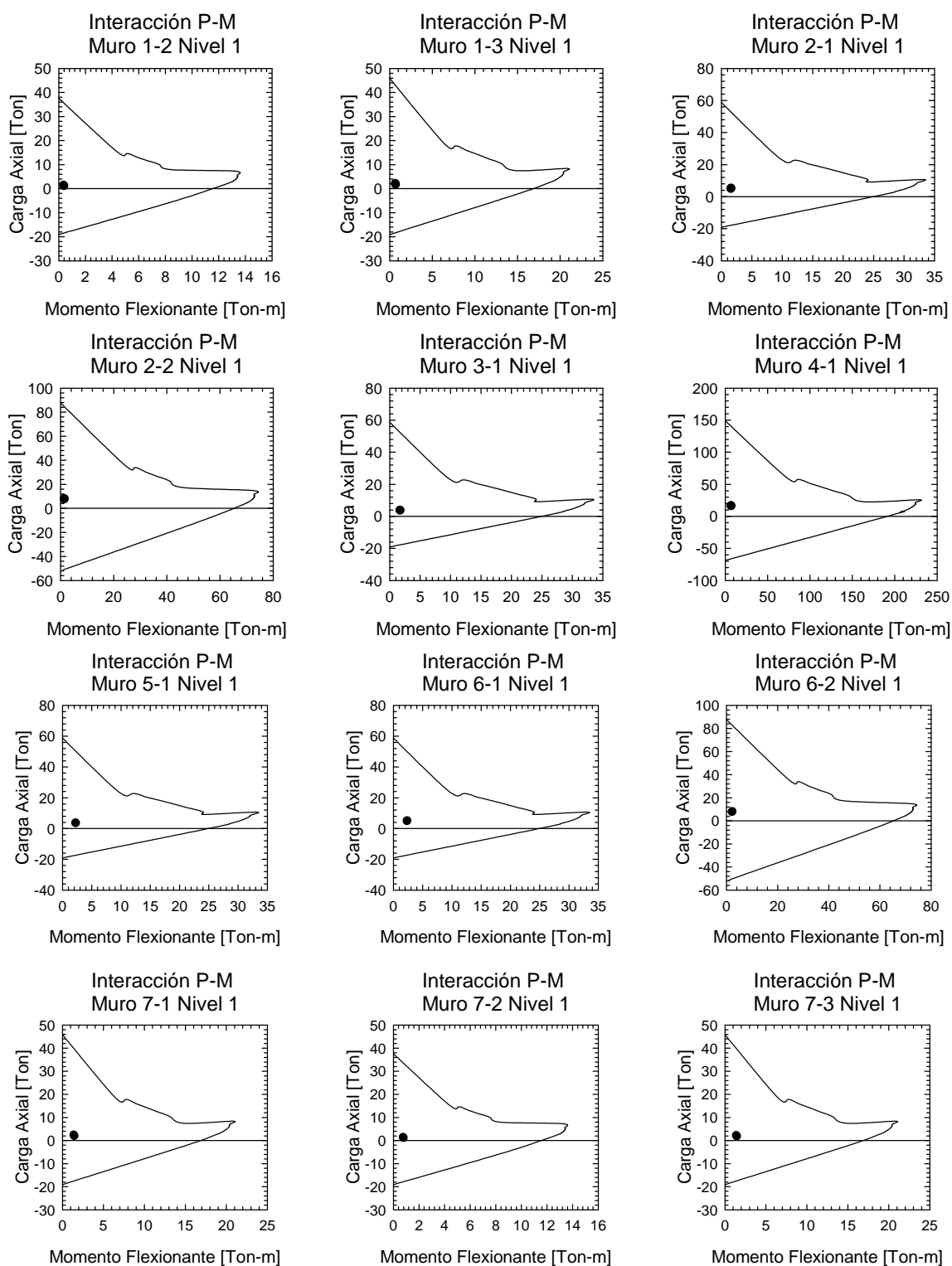


Figura A.6 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (13 a 24) de los muros del edificio de un nivel en la Zona del Lago del Valle de México

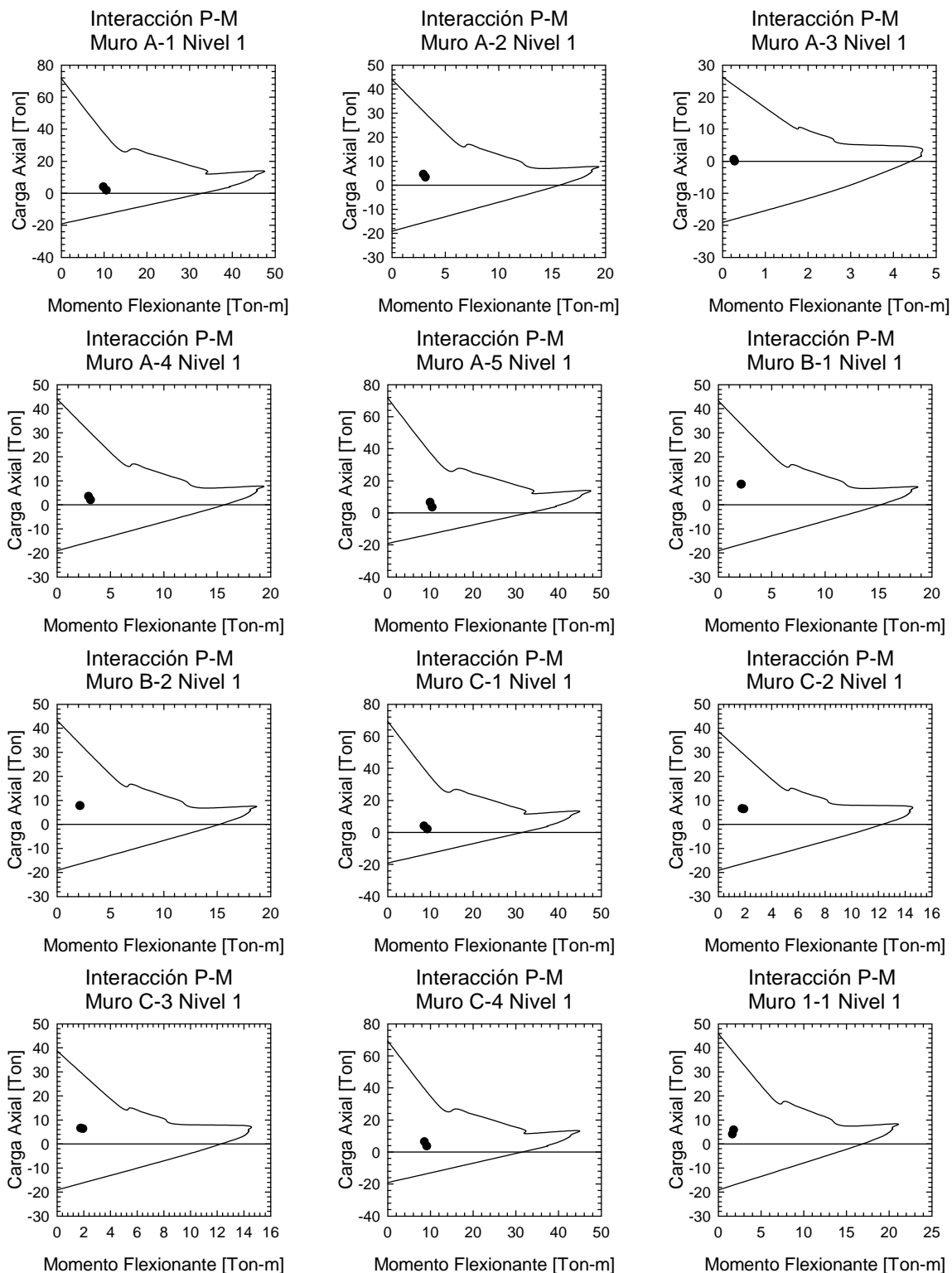


Figura A.7 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (1 a 12) de los muros del primer nivel, edificio de dos niveles en la Zona del Lago del Valle de México

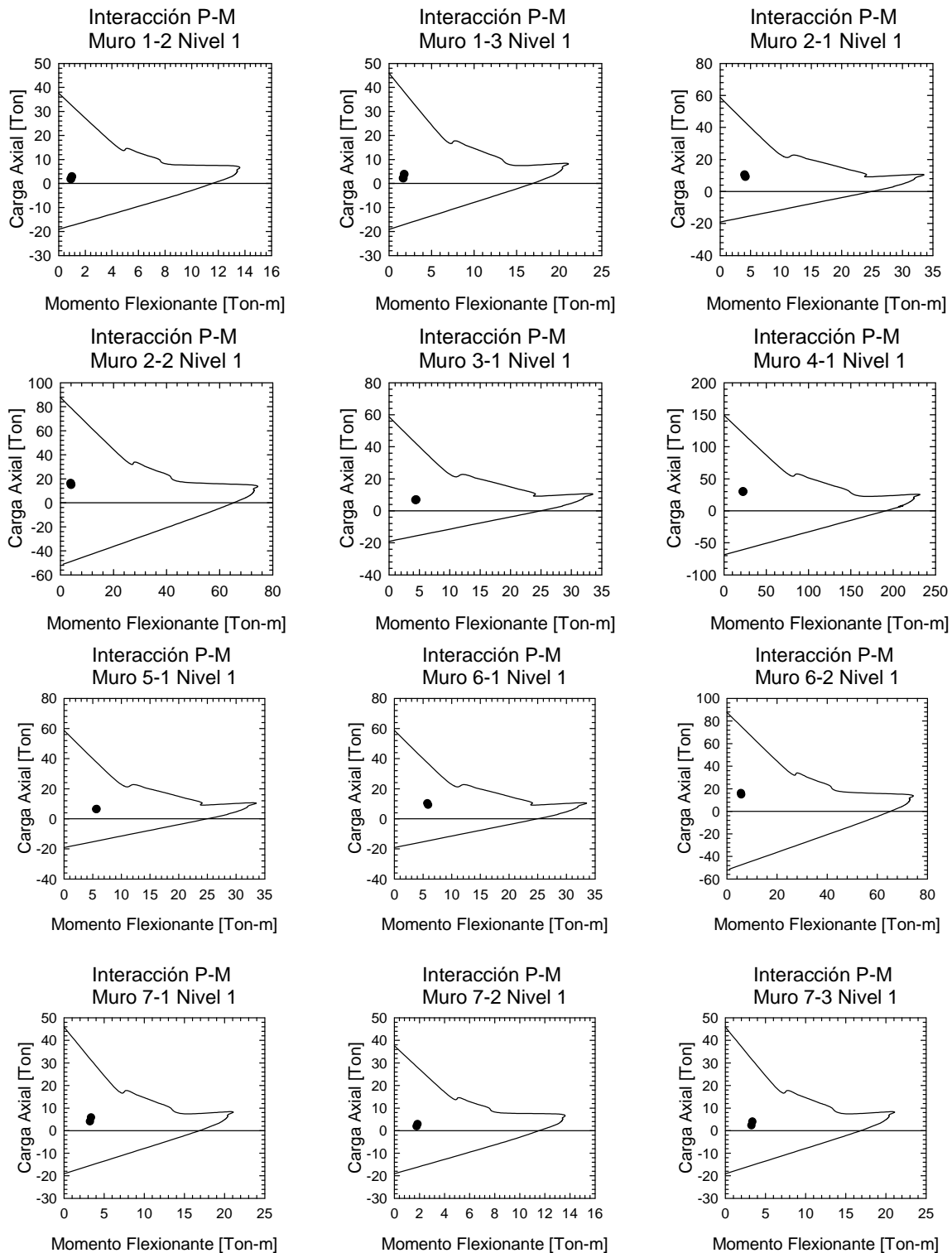


Figura A. - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (13 a 24) de los muros del primer nivel, edificio de dos niveles en la Zona del Lago del Valle de México

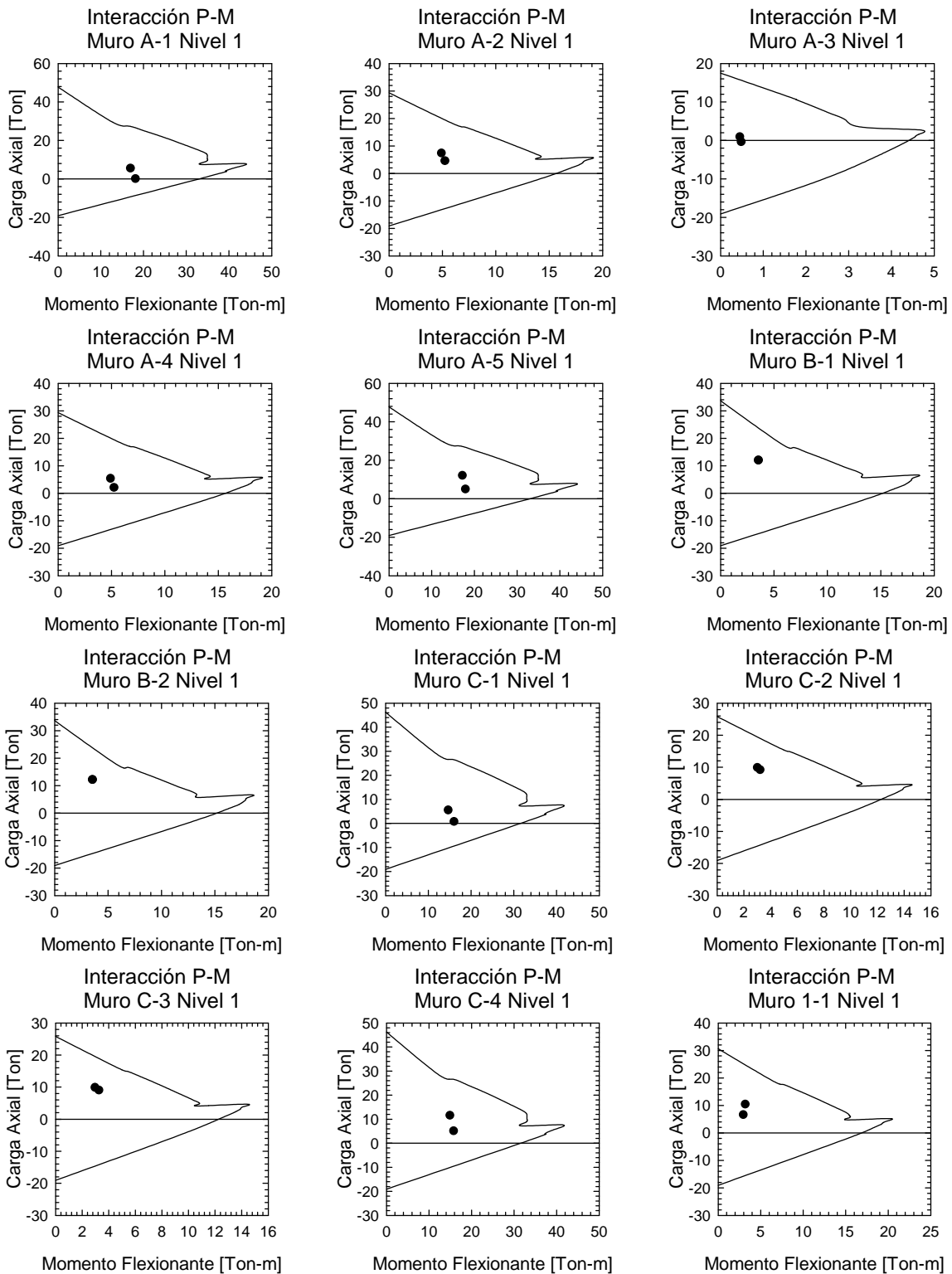


Figura A.9 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (1 a 12) de los muros del primer nivel, edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

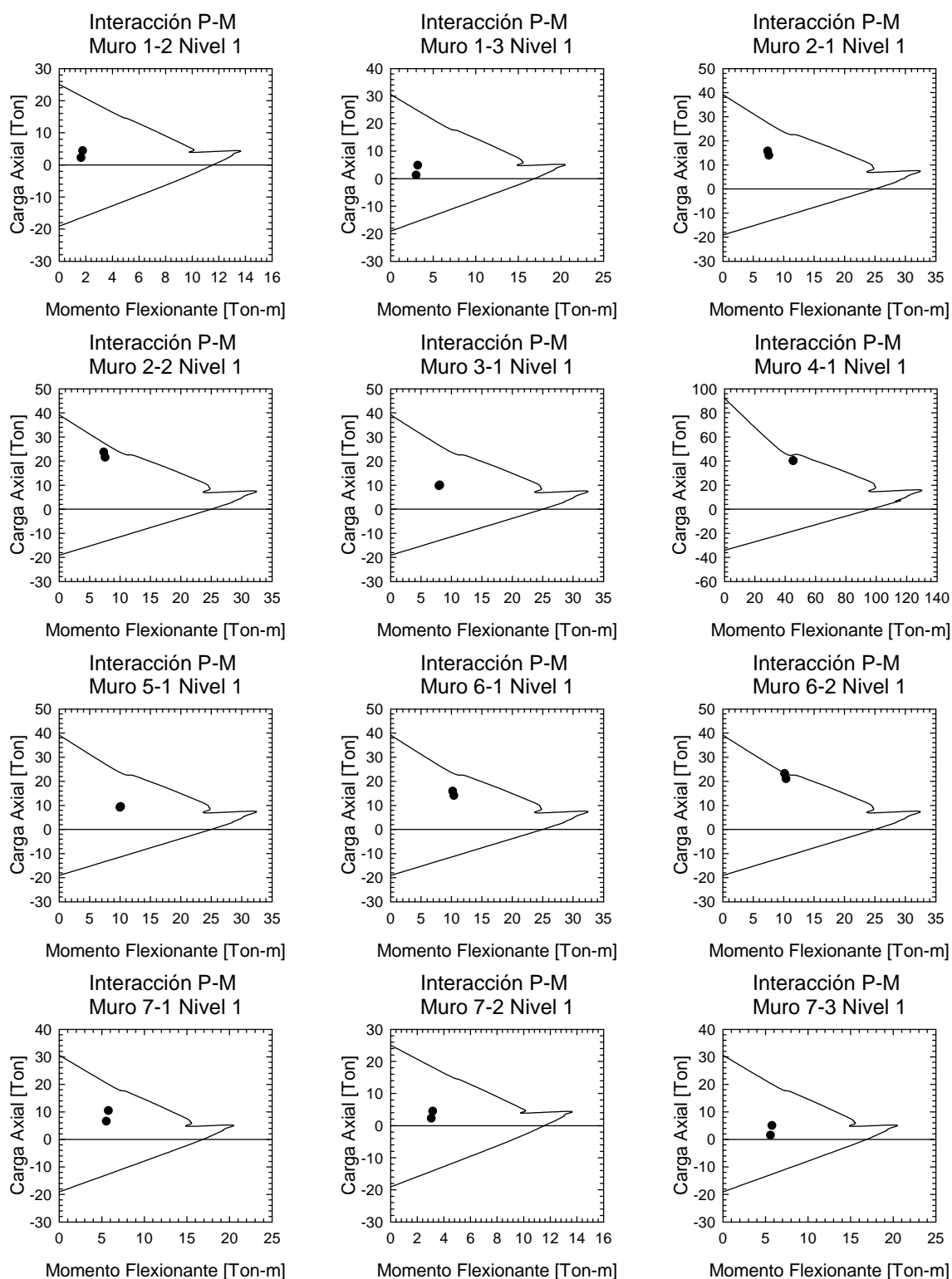


Figura A.10 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (13 a 24) de los muros del primer nivel, edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

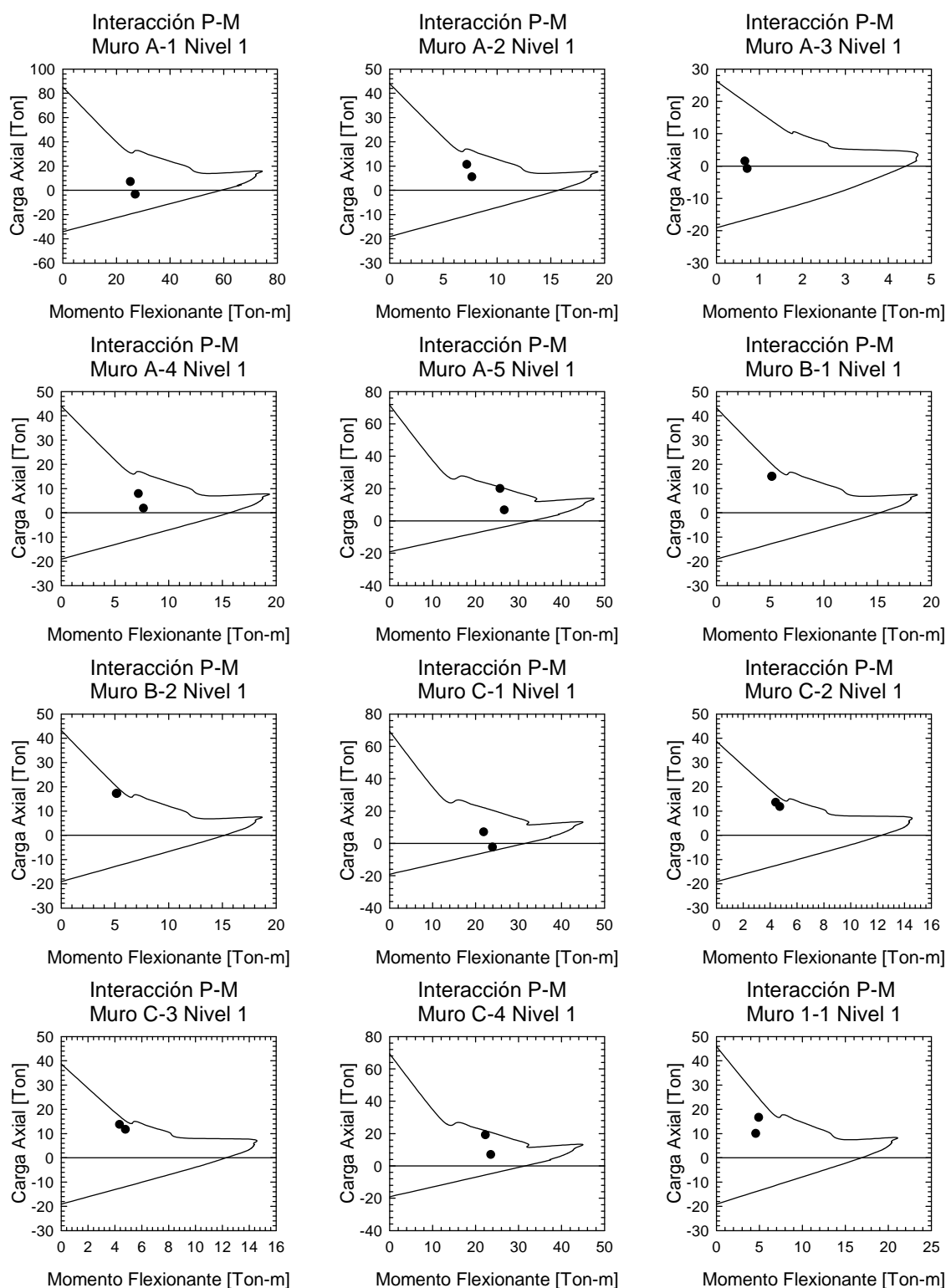


Figura A.11 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (1 a 12) de los muros del primer nivel, edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

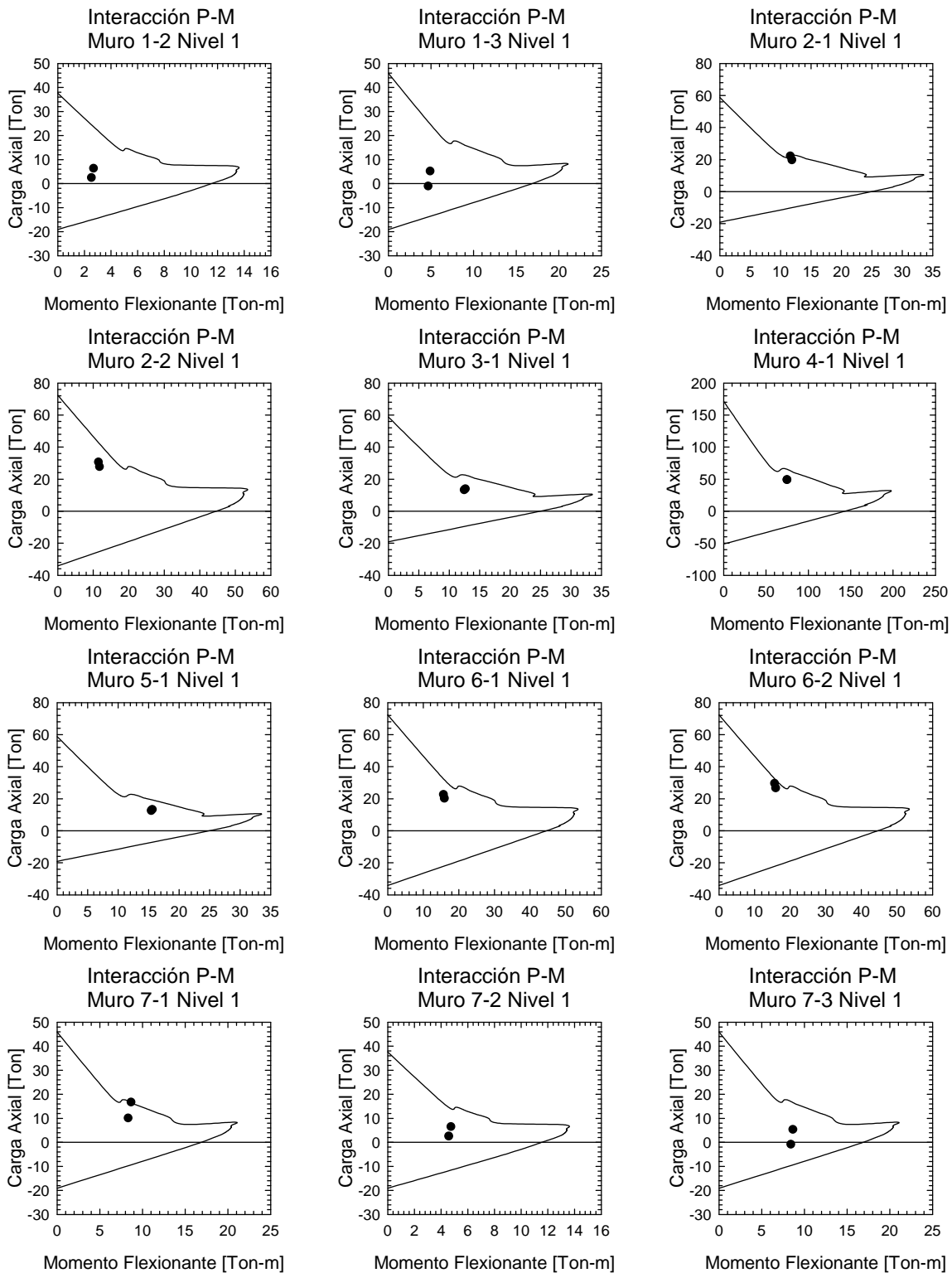


Figura A.12 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (13 a 24) de los muros del primer nivel, edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

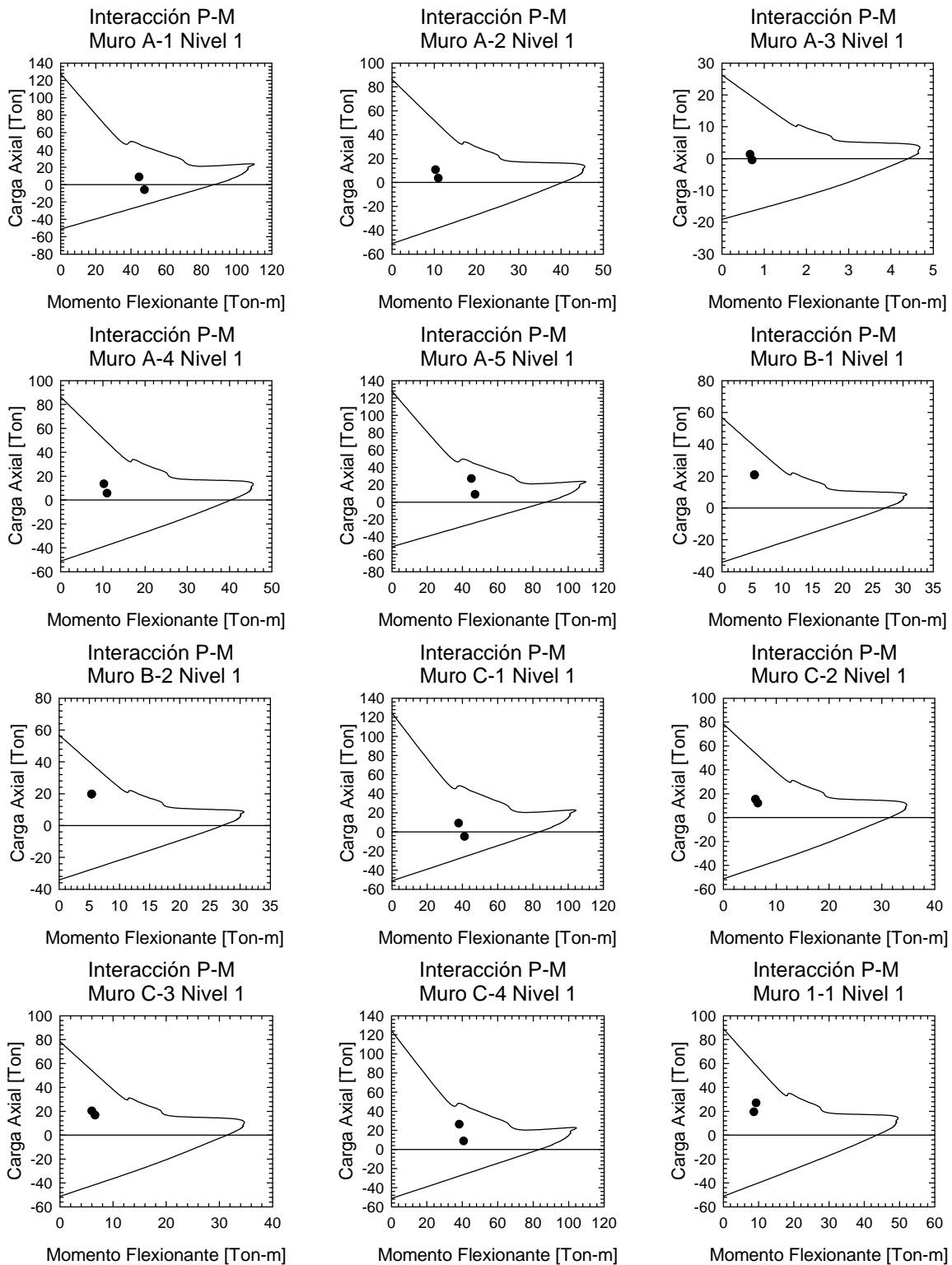


Figura A.13 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (1 a 12) de los muros del primer nivel, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

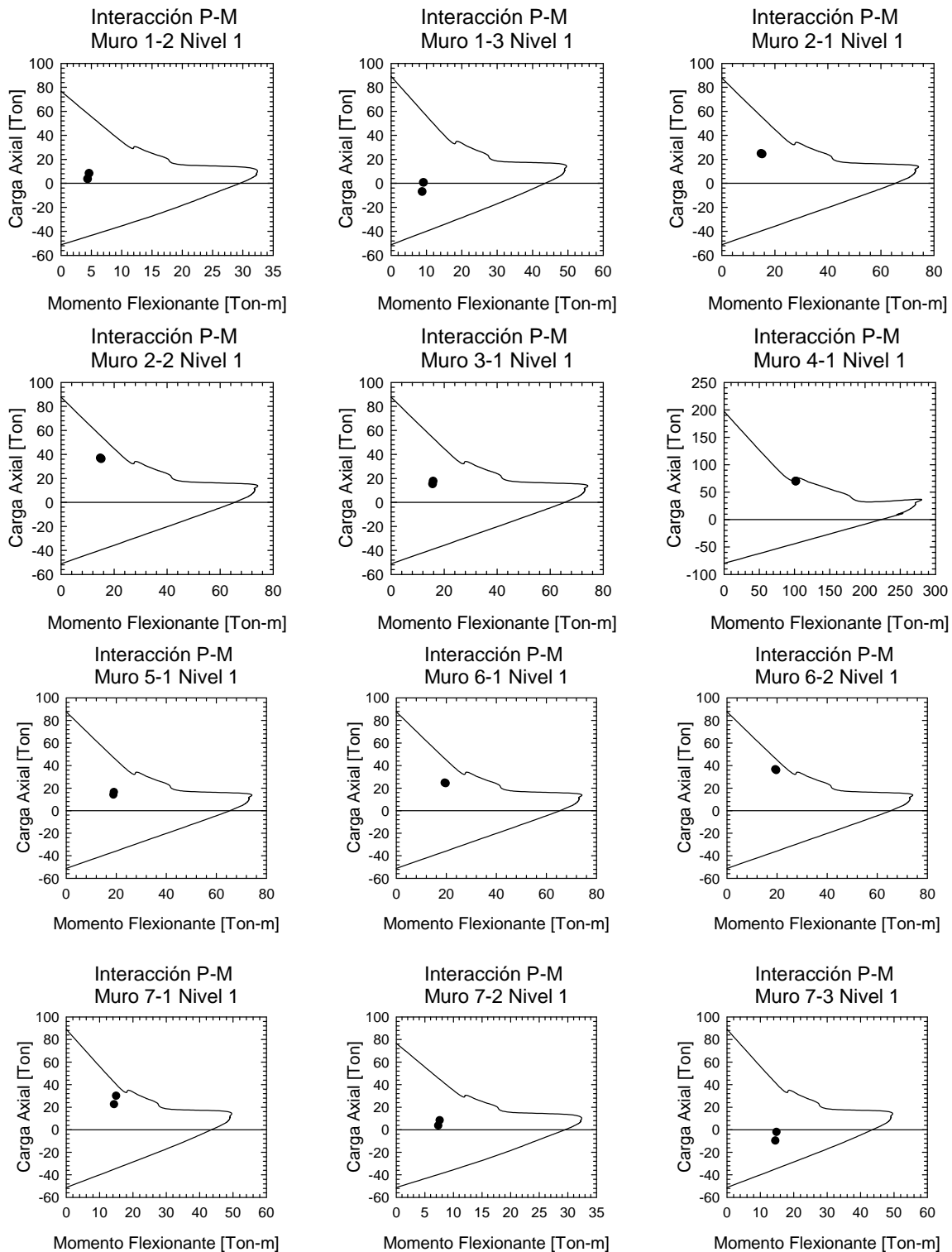


Figura A.14 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (13 a 24) de los muros del primer nivel, edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

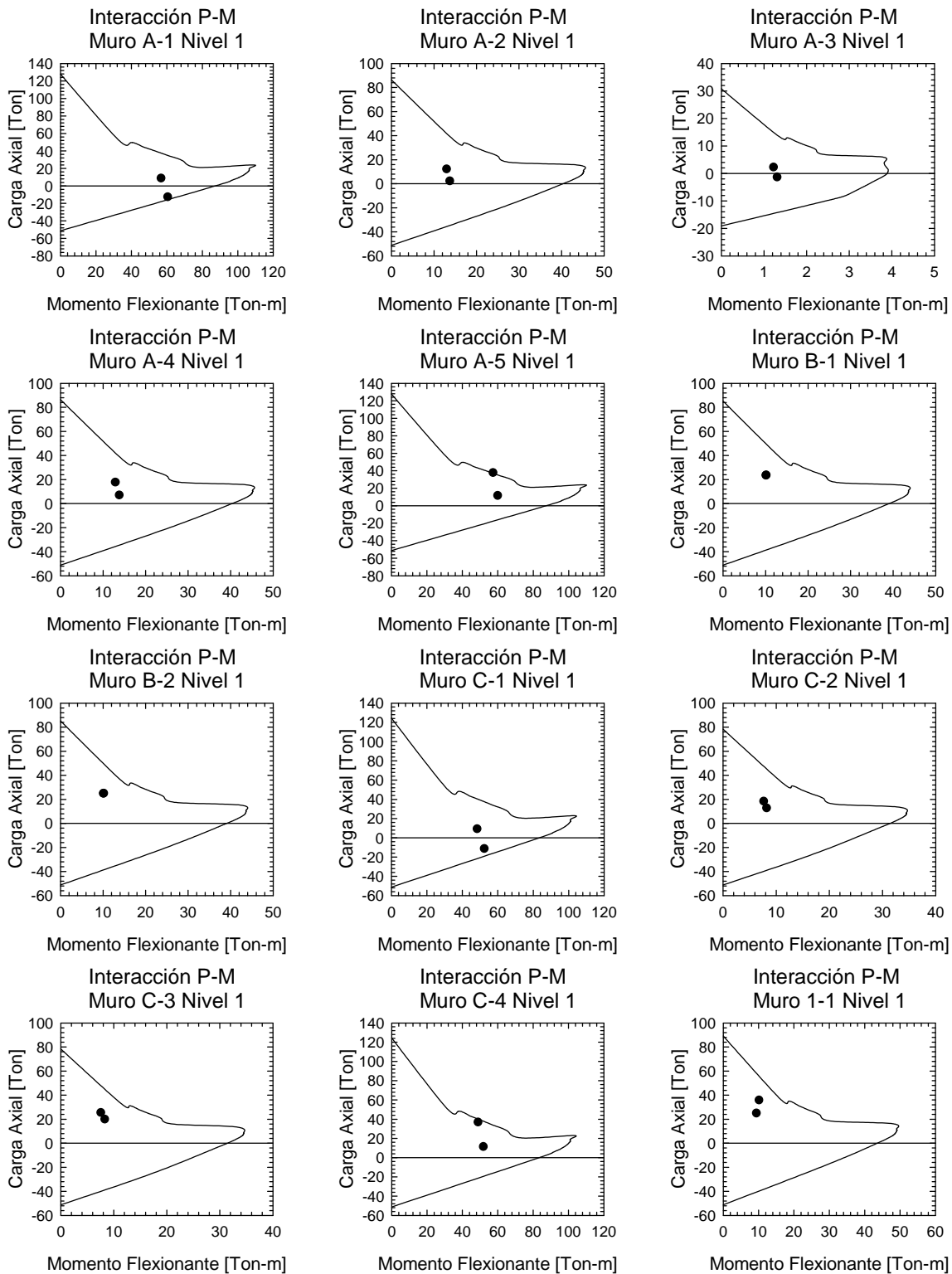


Figura A.15 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (1 a 12) de los muros del primer nivel, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

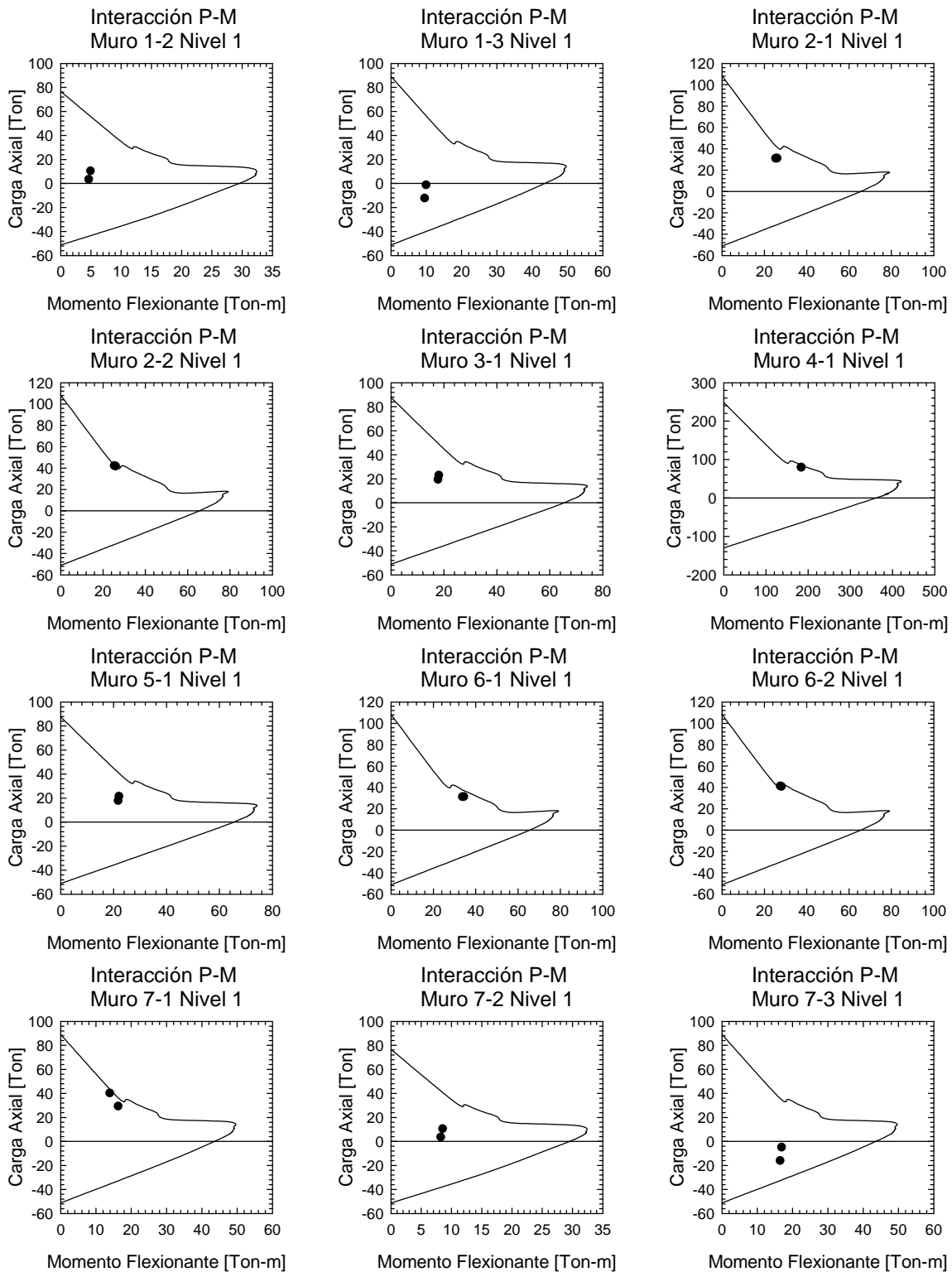


Figura A.16 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (13 a 24) de los muros del primer nivel, edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

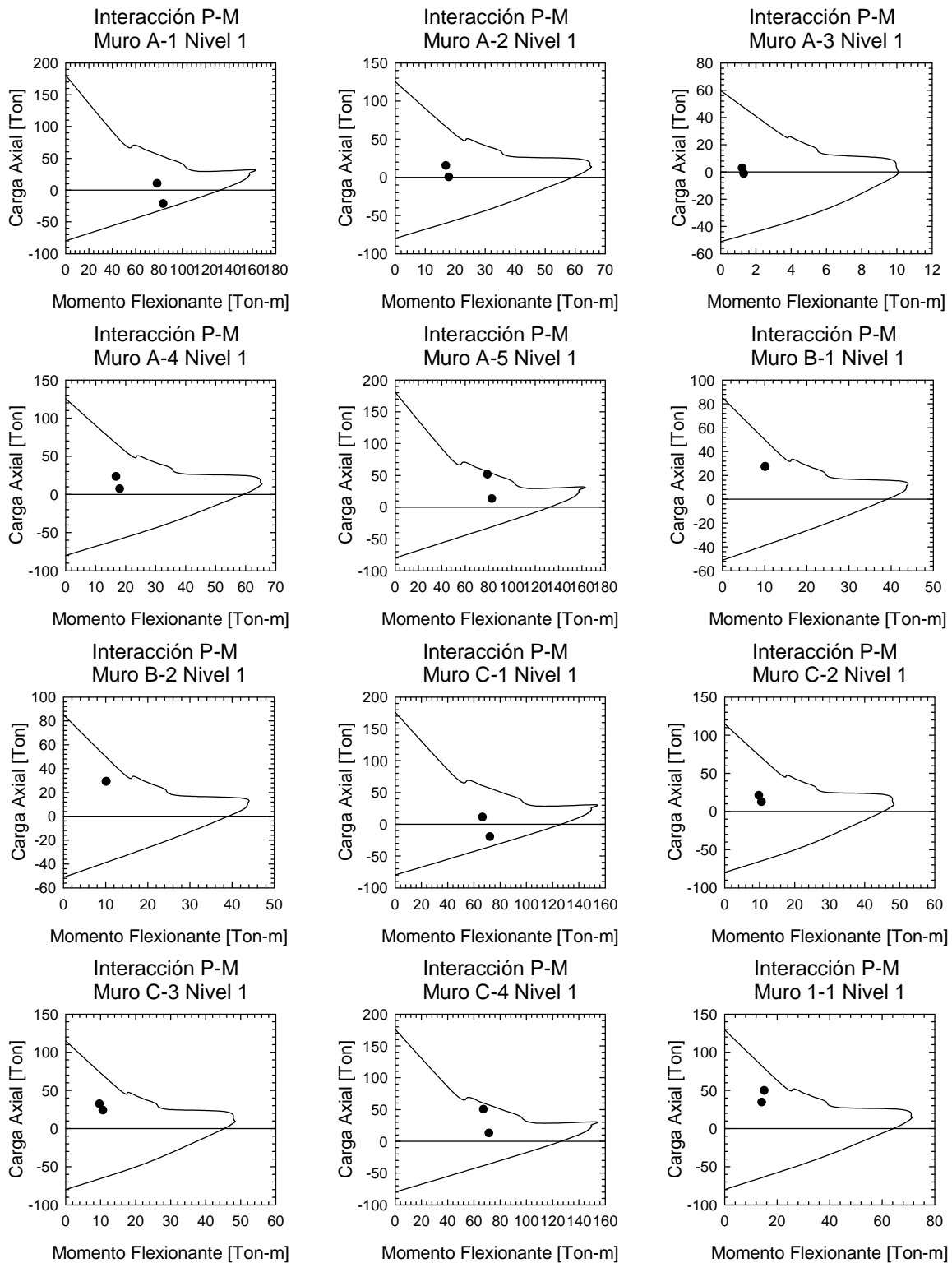


Figura A.17 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (1 a 12) de los muros del primer nivel, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

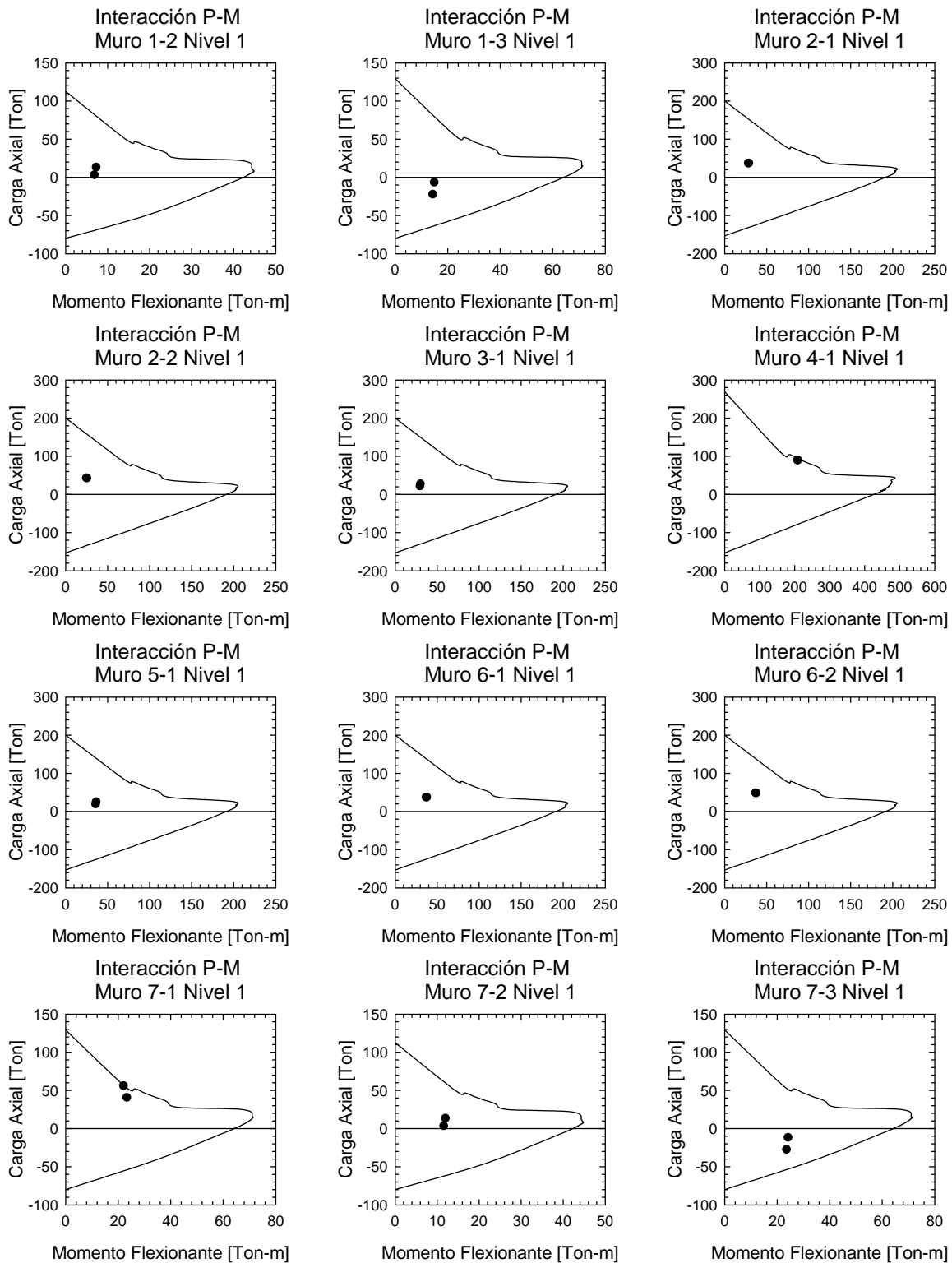


Figura A.18 - Diagramas de Interacción Carga Axial - Momento Flexionante (13 a 24) de los muros del primer nivel, edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

APÉNDICE B

DIAGRAMAS M - φ

En esta sección, se presentan los diagramas momento-curvatura obtenidos para cada uno de los muros de la planta baja de cada edificio.

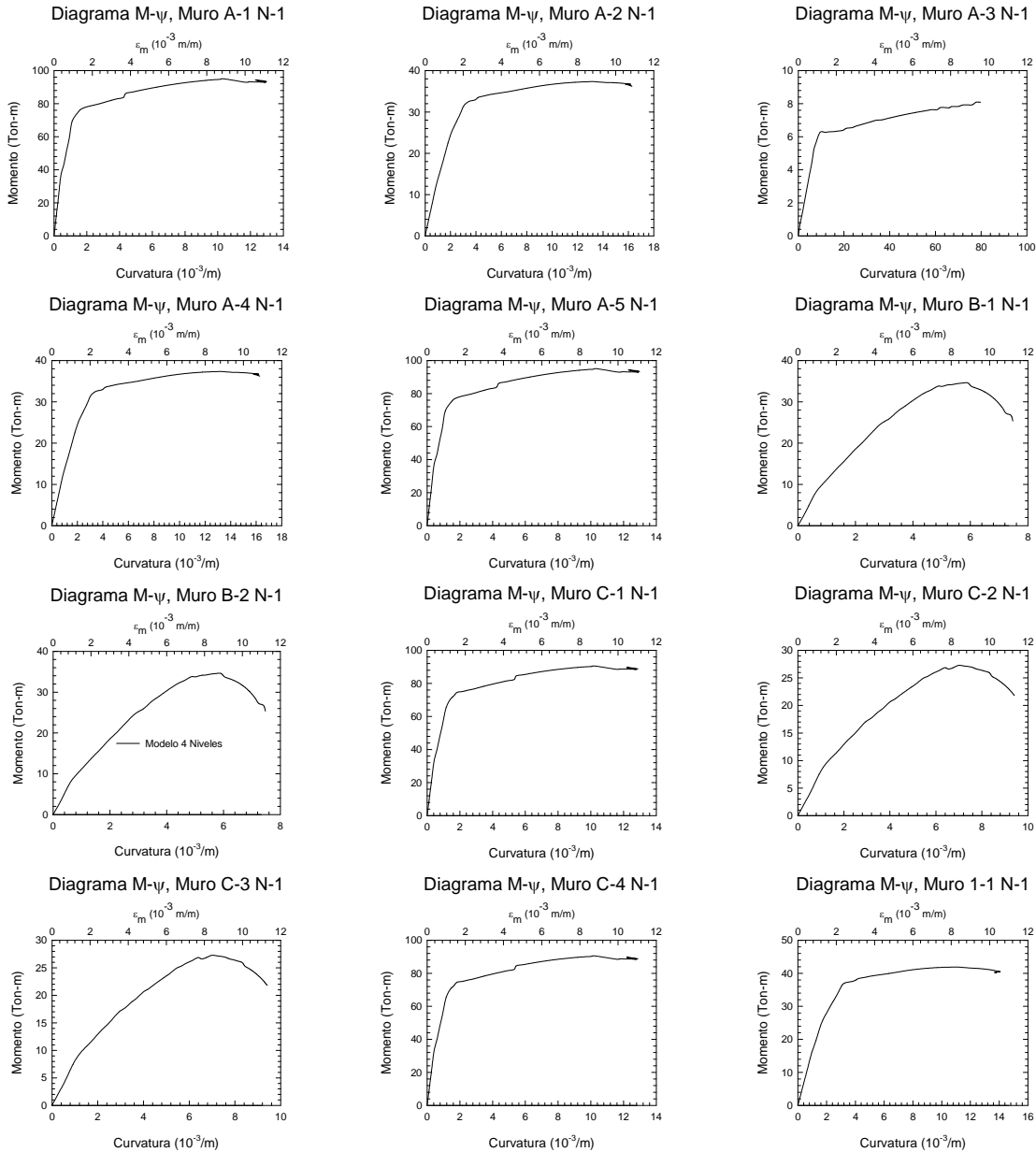


Figura B.1 - Diagramas Momento-Curvatura (1-12) de los muros del edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

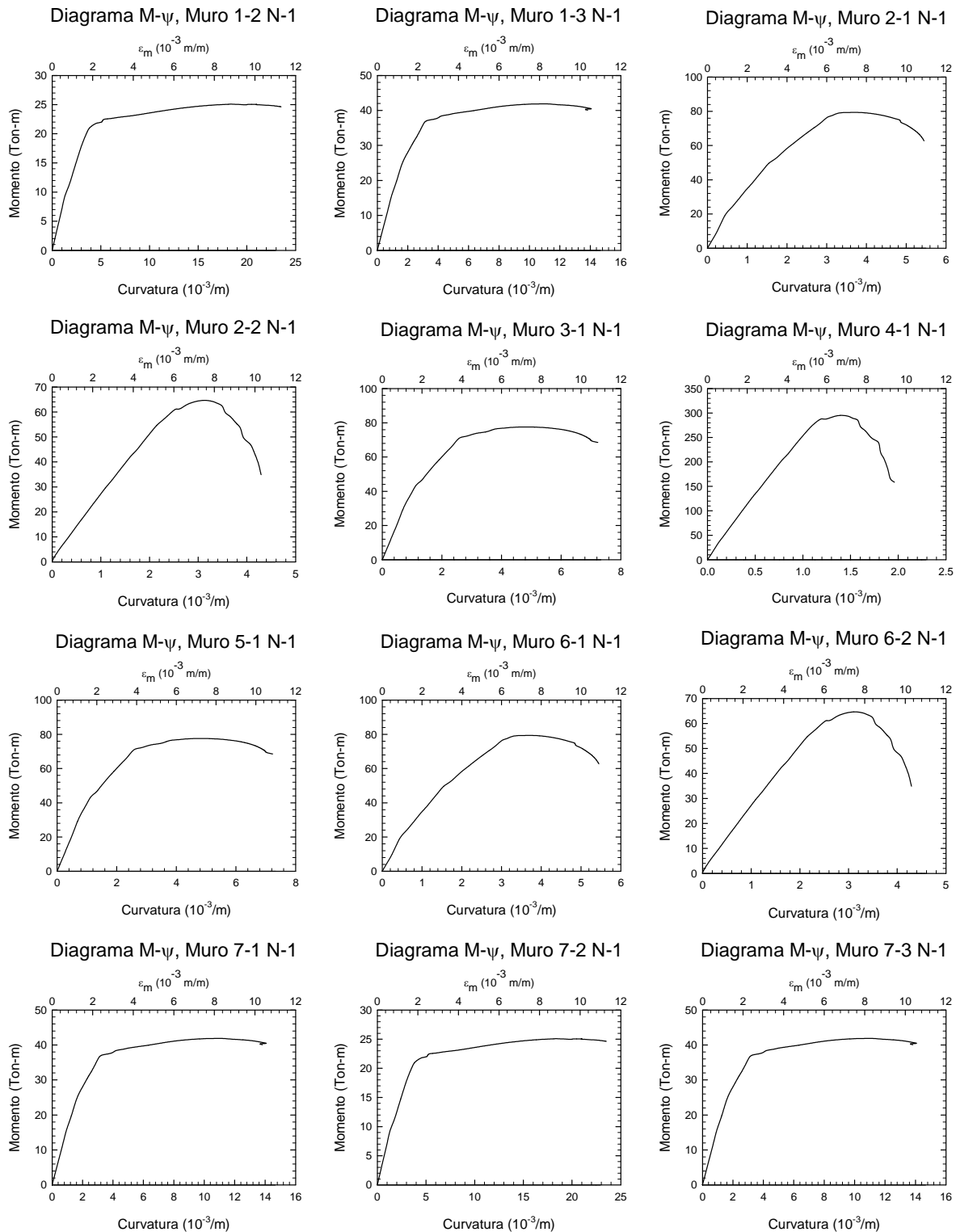


Figura B.2 - Diagramas Momento-Curvatura (13-24) de los muros del edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

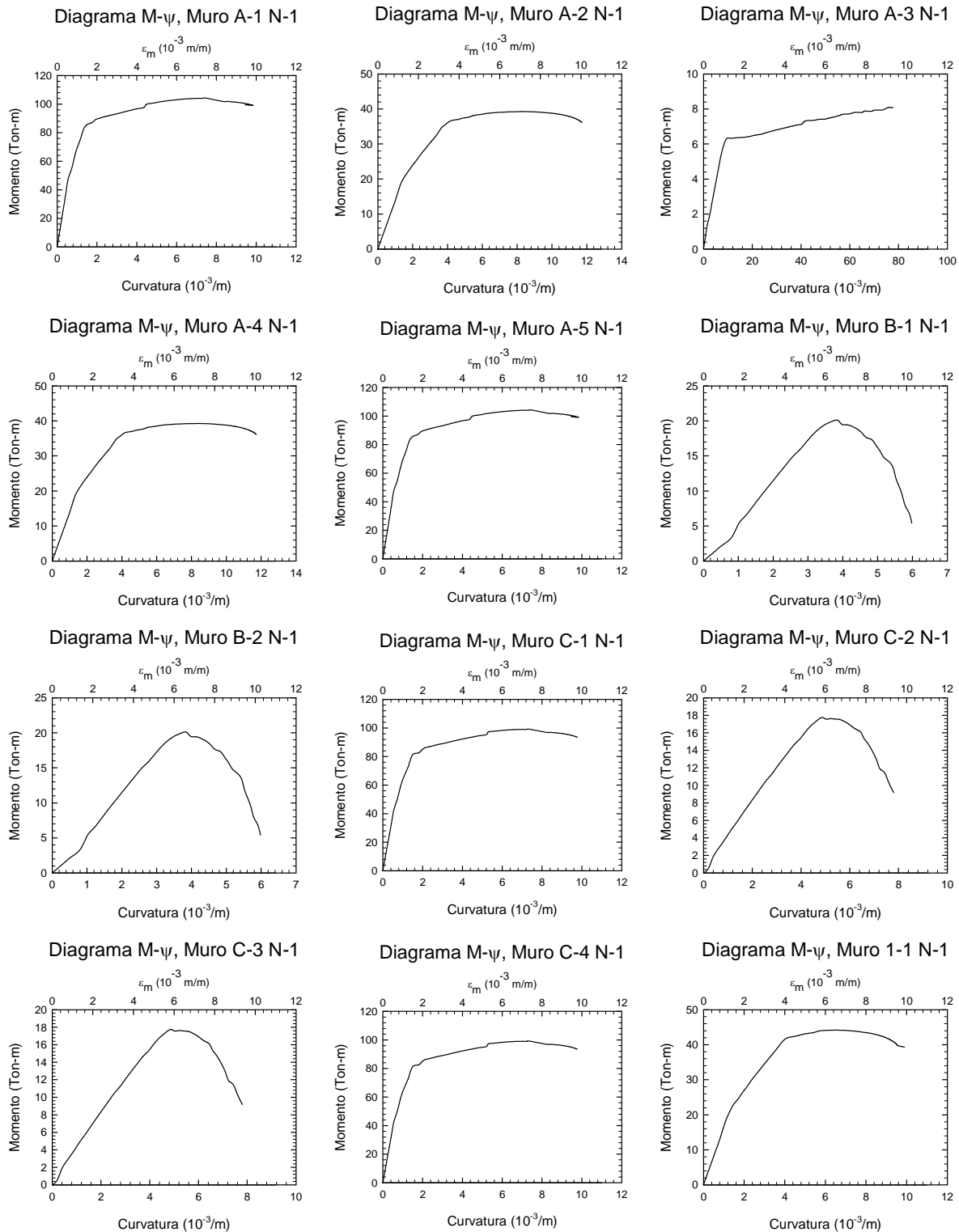


Figura B.3 - Diagramas Momento-Curvatura (1-12) de los muros del edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

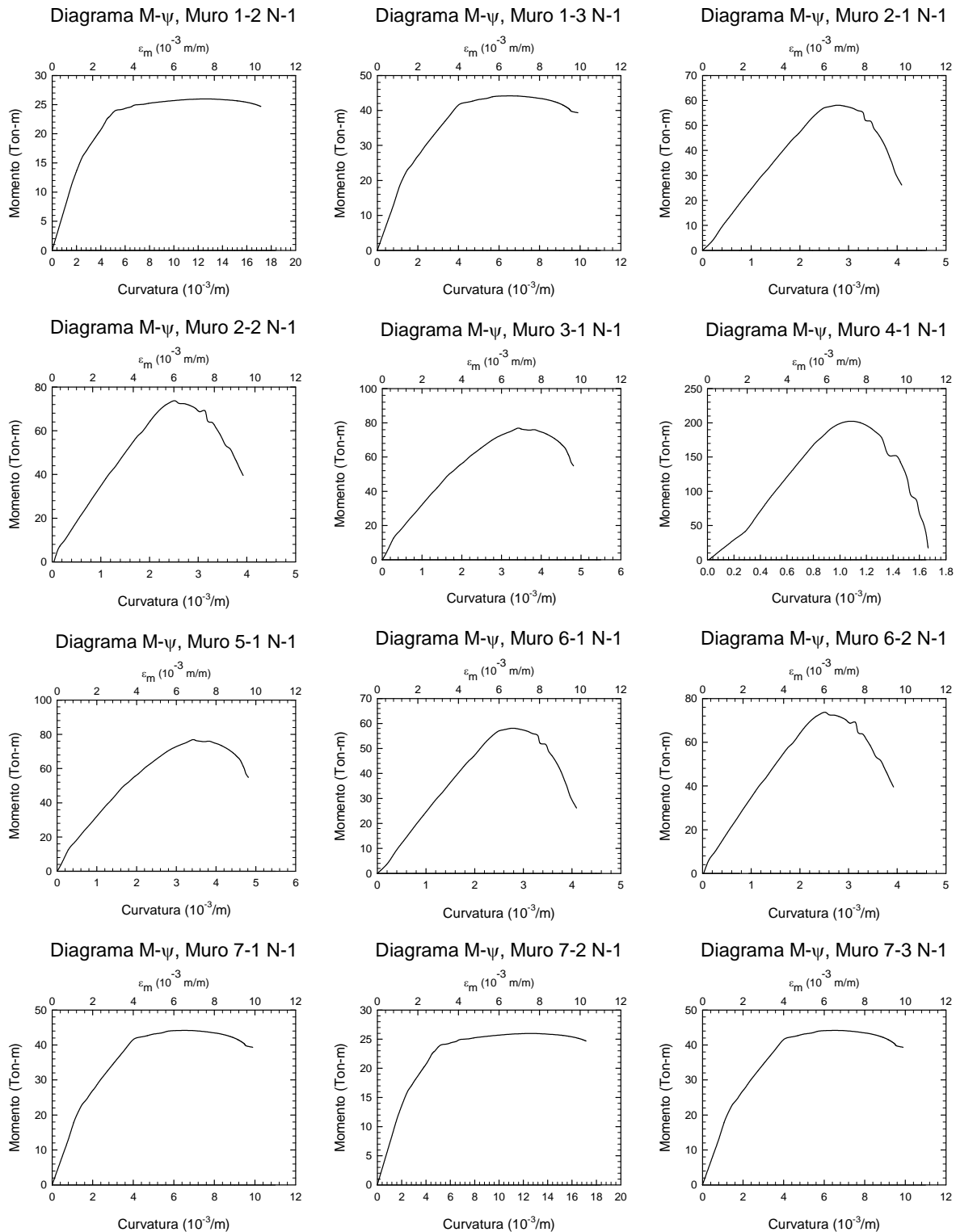


Figura B.4 - Diagramas Momento-Curvatura (13-24) de los muros del edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

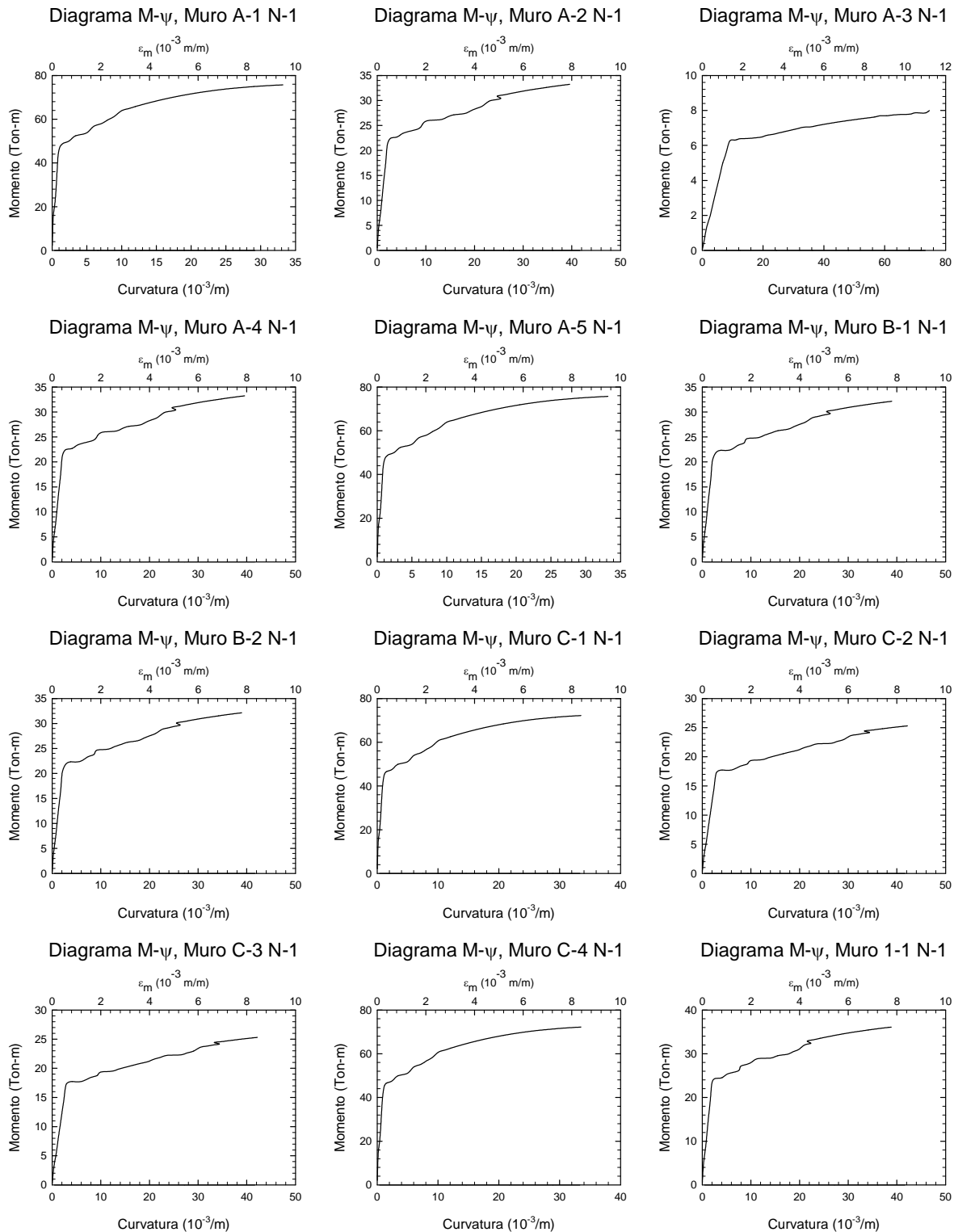


Figura B.5 - Diagramas Momento-Curvatura (1-12) de los muros del edificio de un nivel en la Zona del Lago del Valle de México

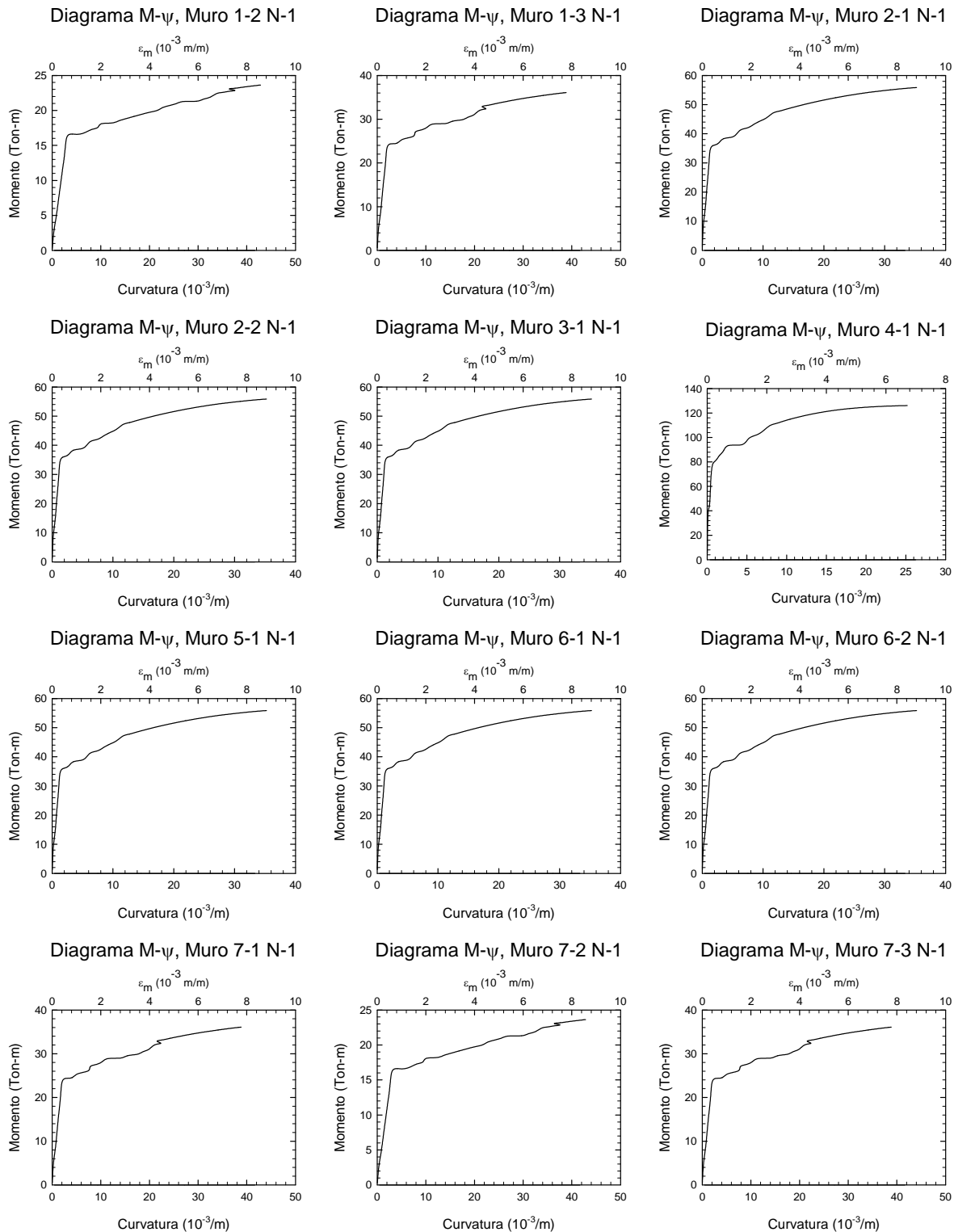


Figura B.6 - Diagramas Momento-Curvatura (13-24) de los muros del edificio de un nivel en la Zona del Lago del Valle de México

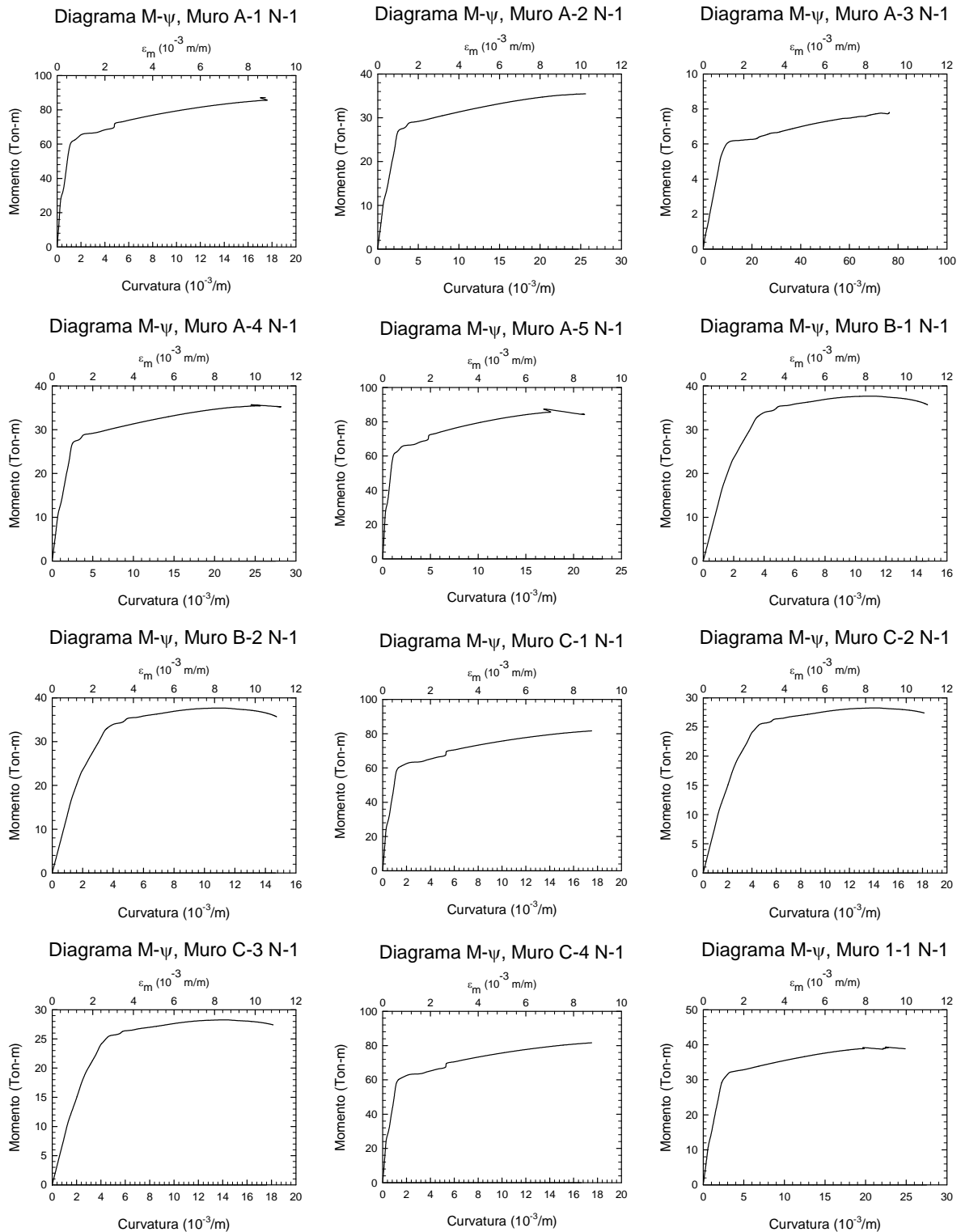


Figura B.7 - Diagramas Momento-Curvatura (1-12) de los muros del edificio de dos niveles en la Zona del Lago del Valle de México

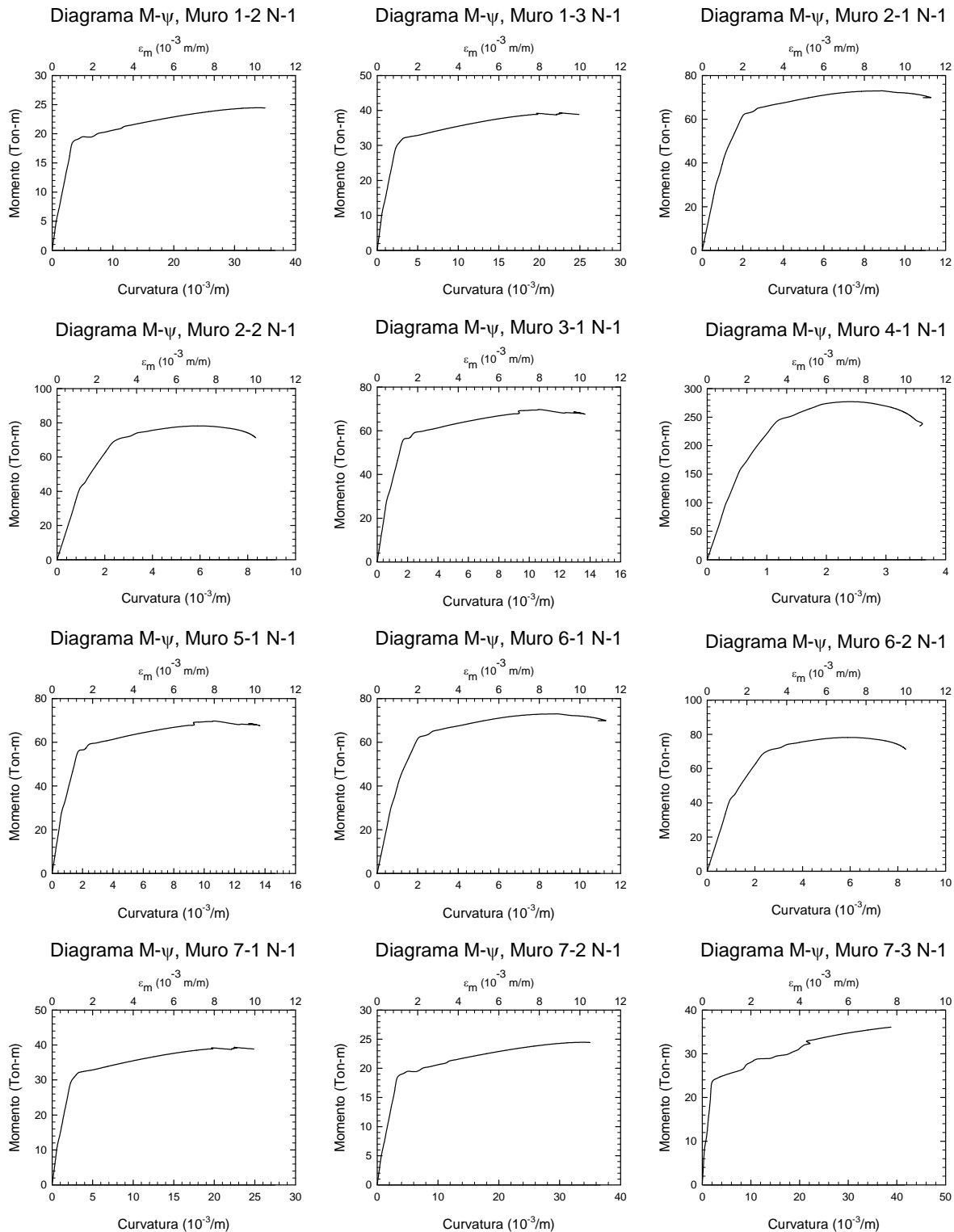


Figura B.8 - Diagramas Momento-Curvatura (13-24) de los muros del edificio de dos niveles en la Zona del Lago del Valle de México

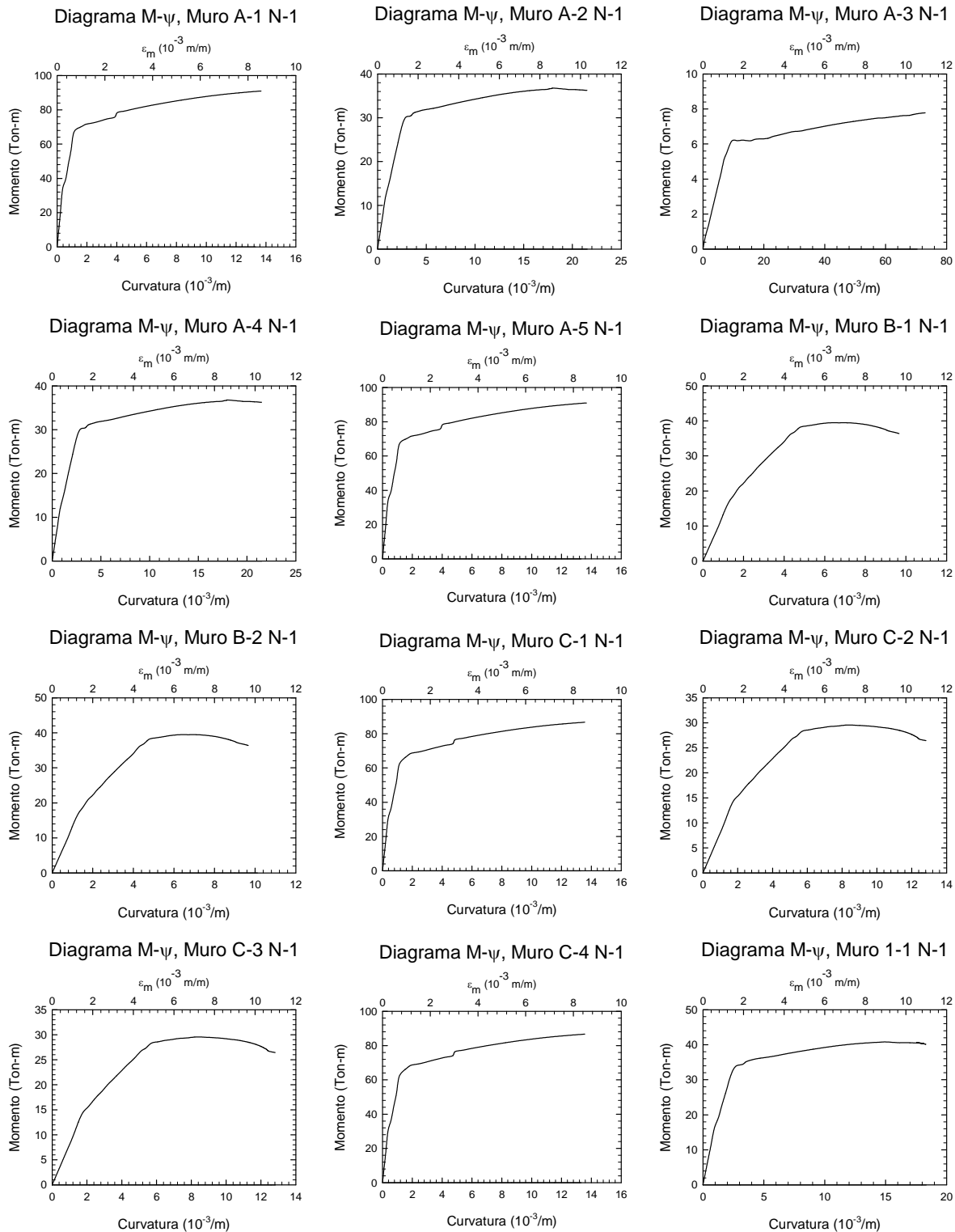


Figura B.9 - Diagramas Momento-Curvatura (1-12) de los muros del edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

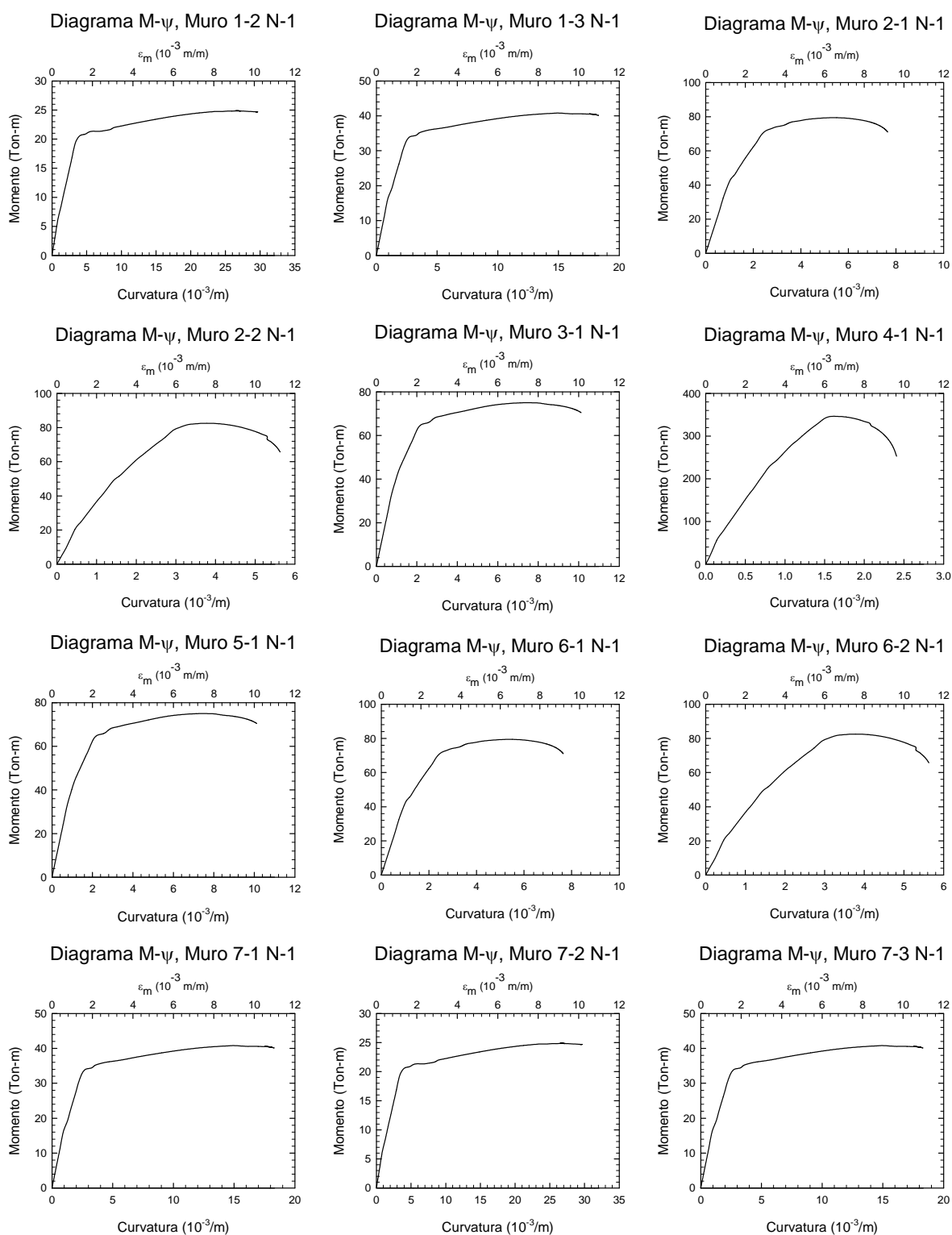


Figura B.10 - Diagramas Momento-Curvatura (13-24) de los muros del edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

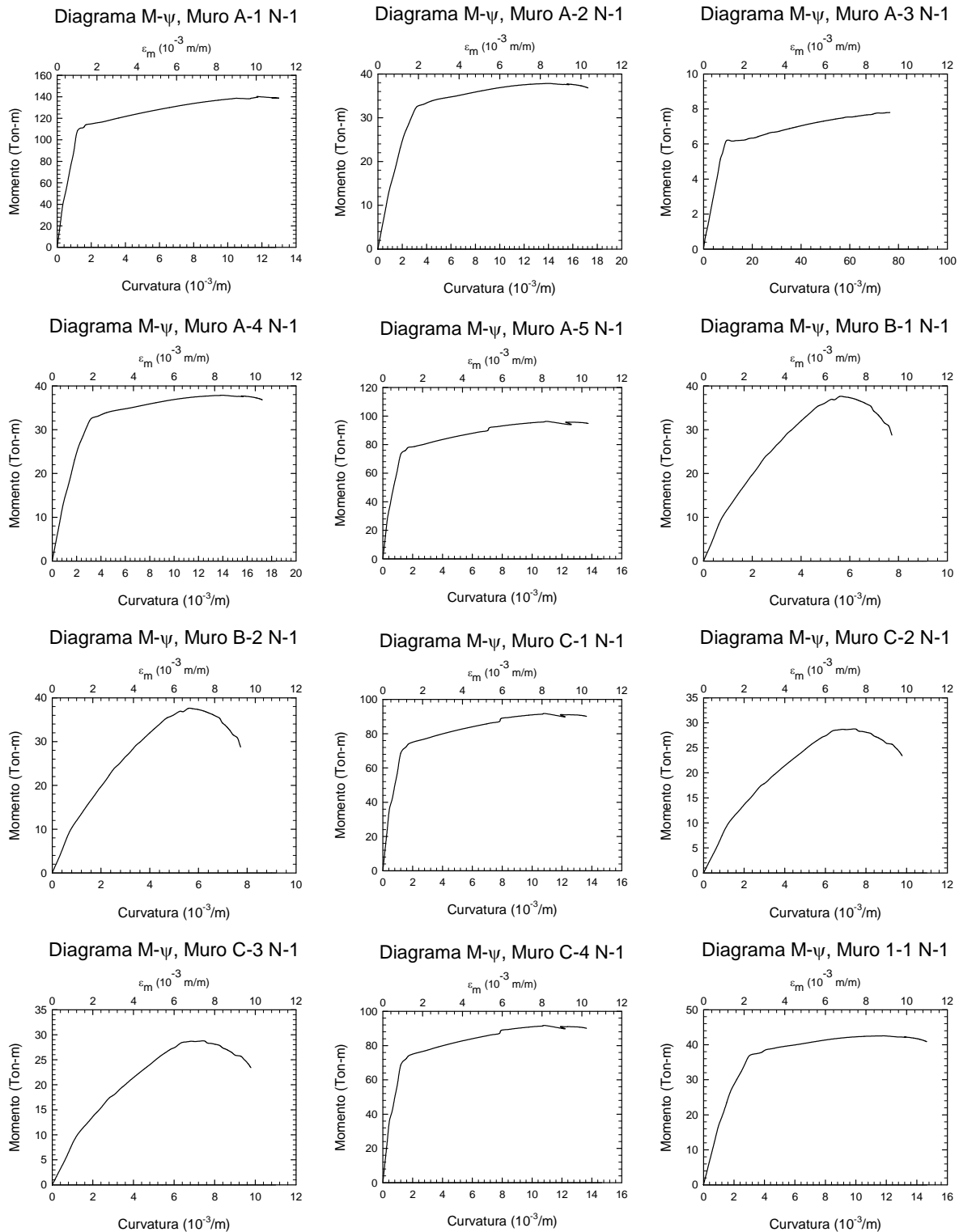


Figura B.11 - Diagramas Momento-Curvatura (1-12) de los muros del edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

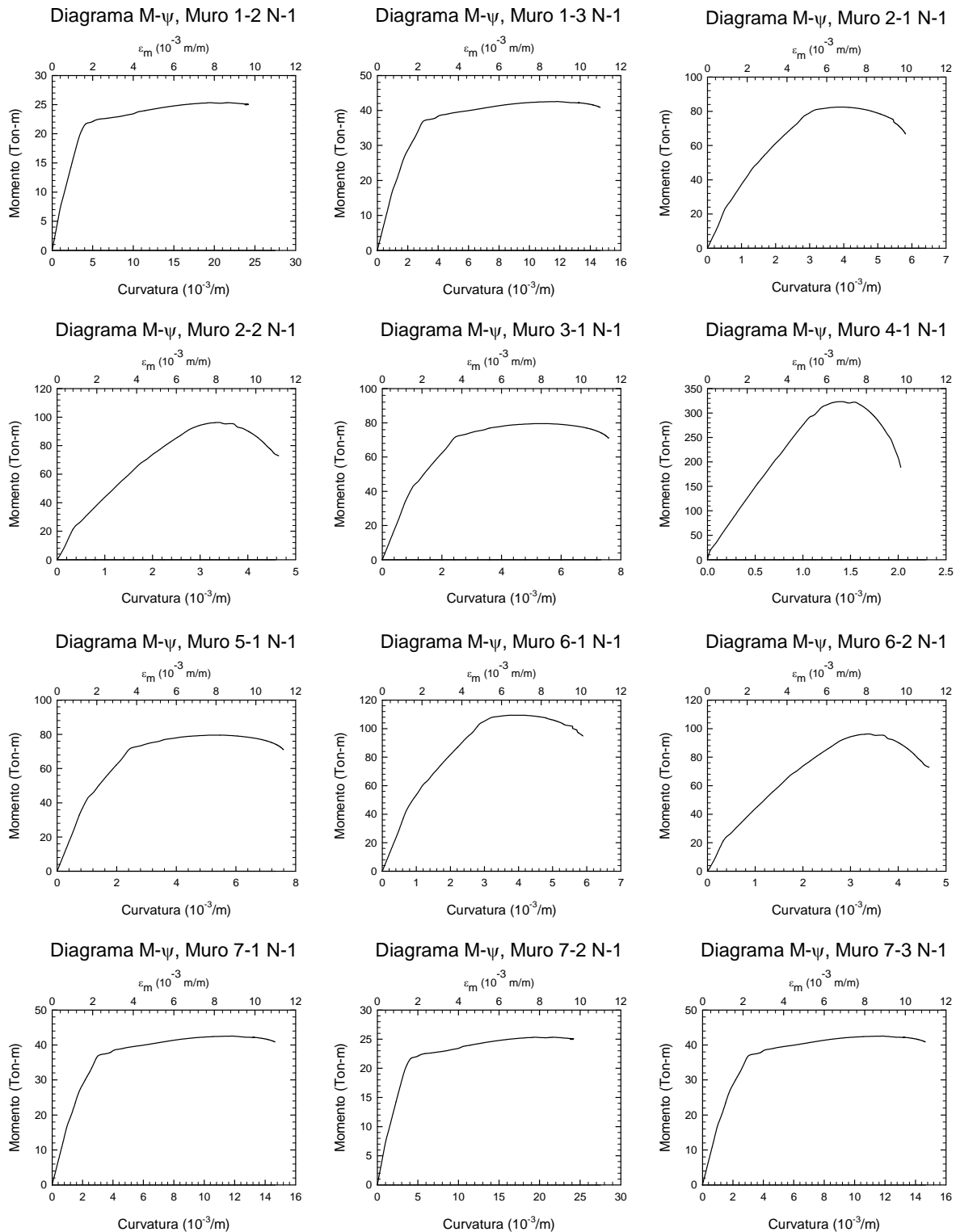


Figura B.12 - Diagramas Momento-Curvatura (13-24) de los muros del edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

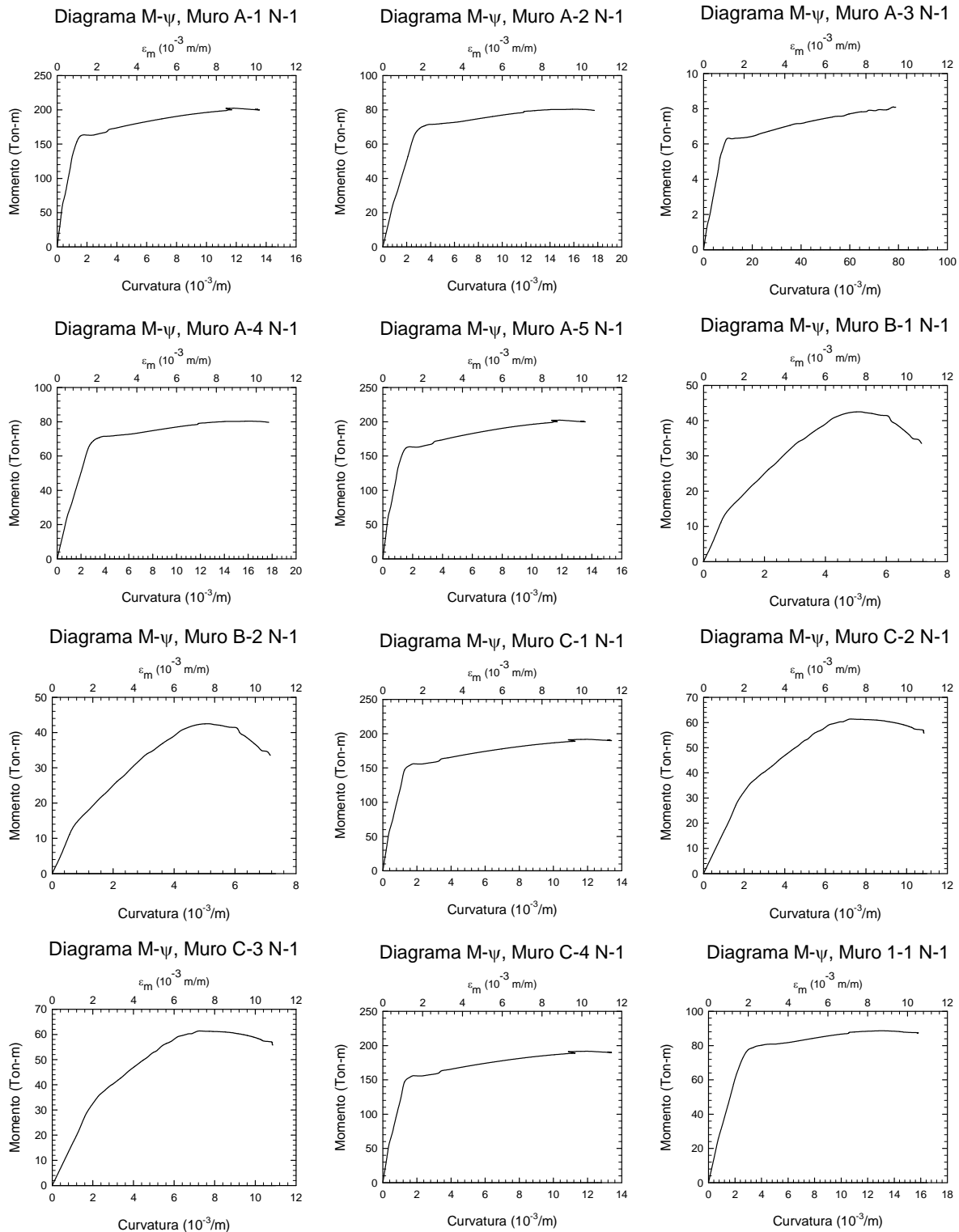


Figura B.13 - Diagramas Momento-Curvatura (1-12) de los muros del edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

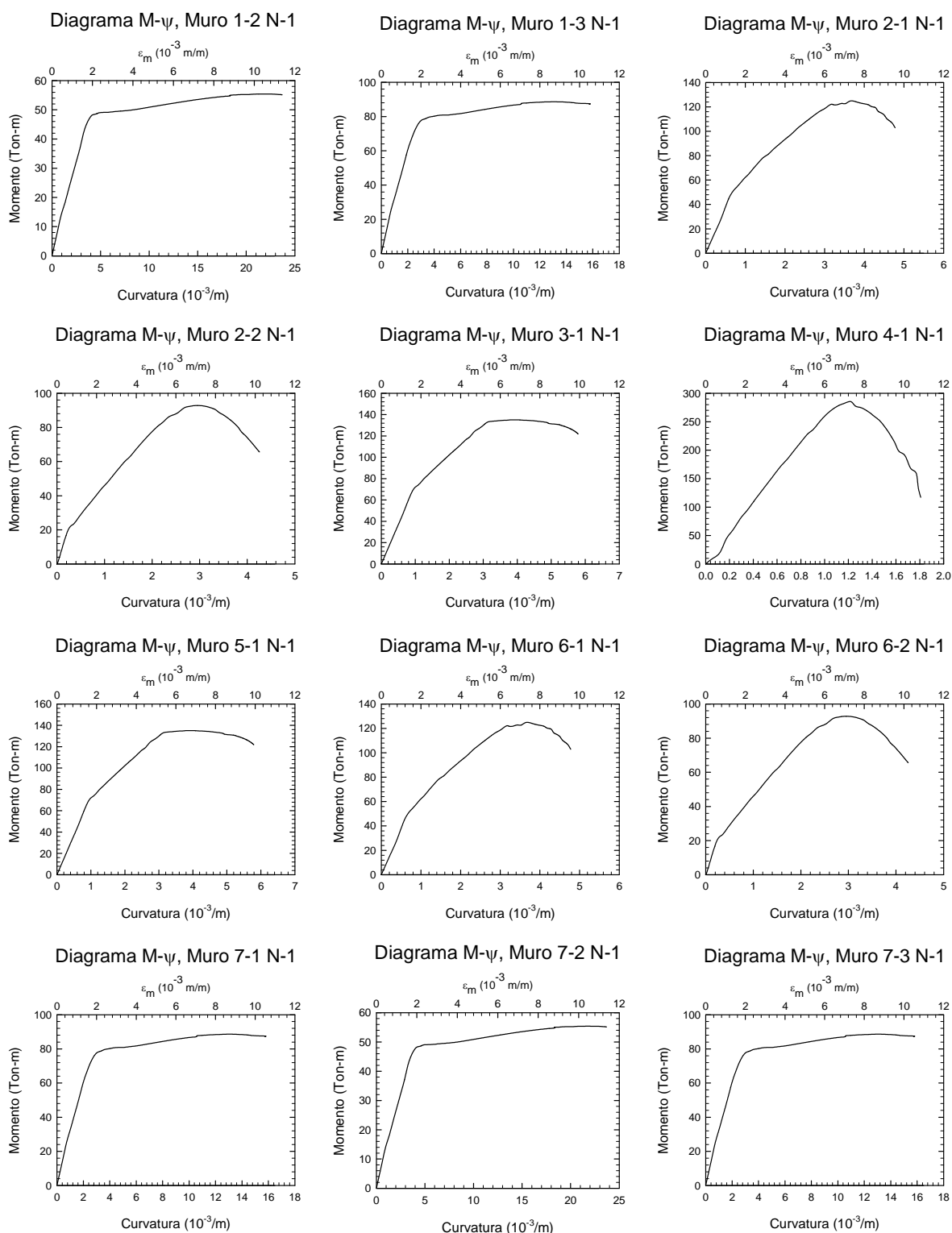


Figura B.14 - Diagramas Momento-Curvatura (13-24) de los muros del edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

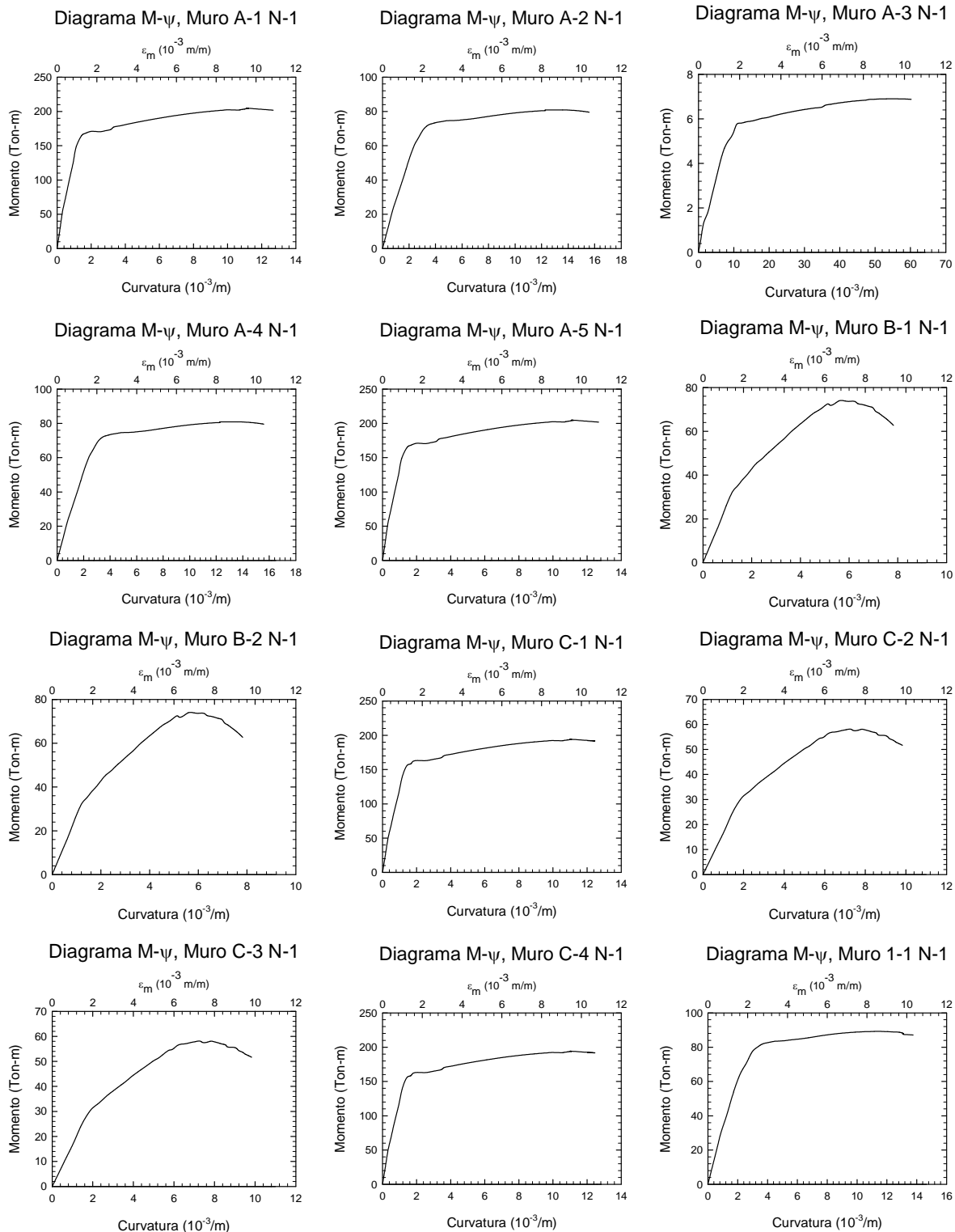


Figura B.15 - Diagramas Momento-Curvatura (1-12) de los muros del edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

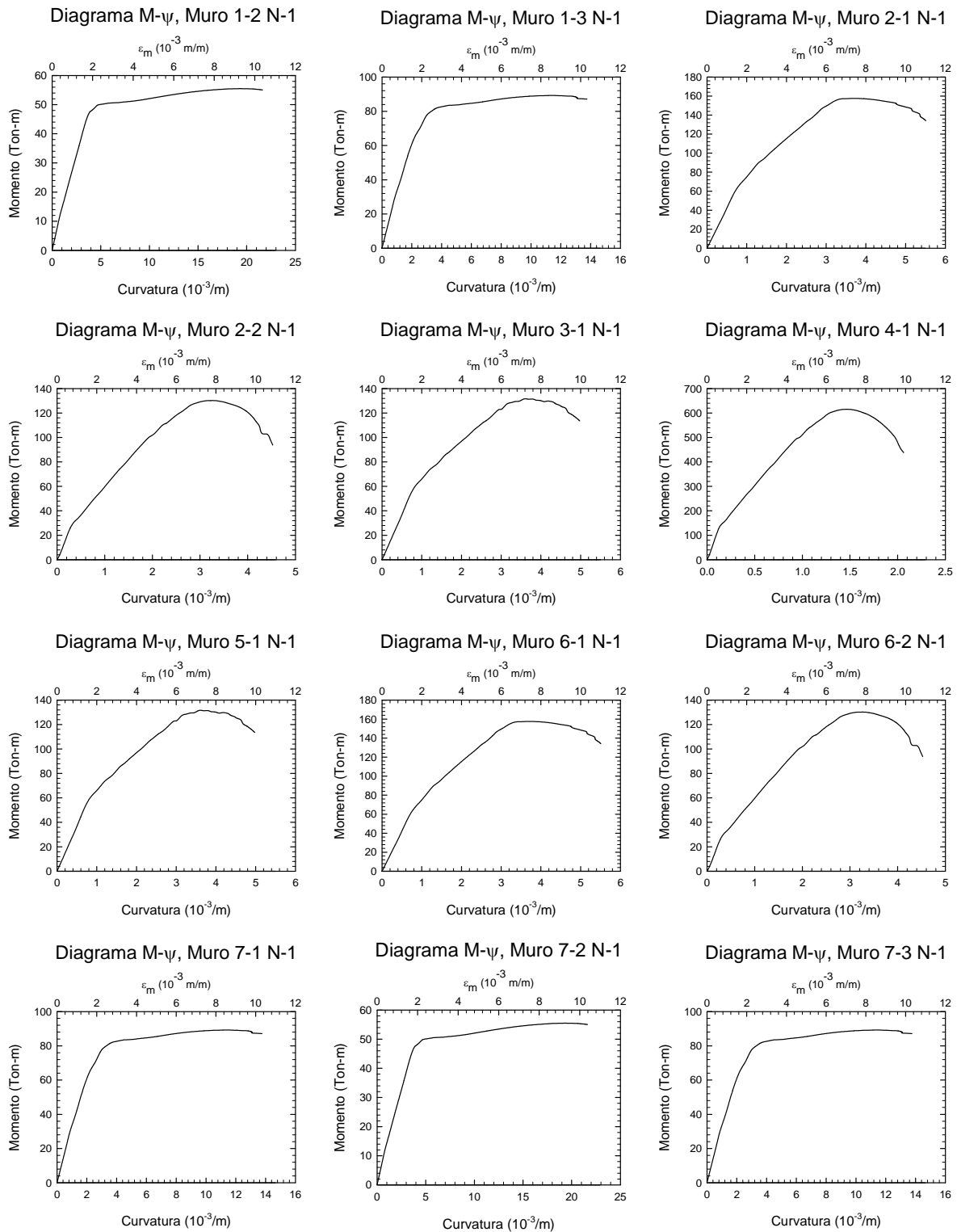


Figura B.16 - Diagramas Momento-Curvatura (13-24) de los muros del edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

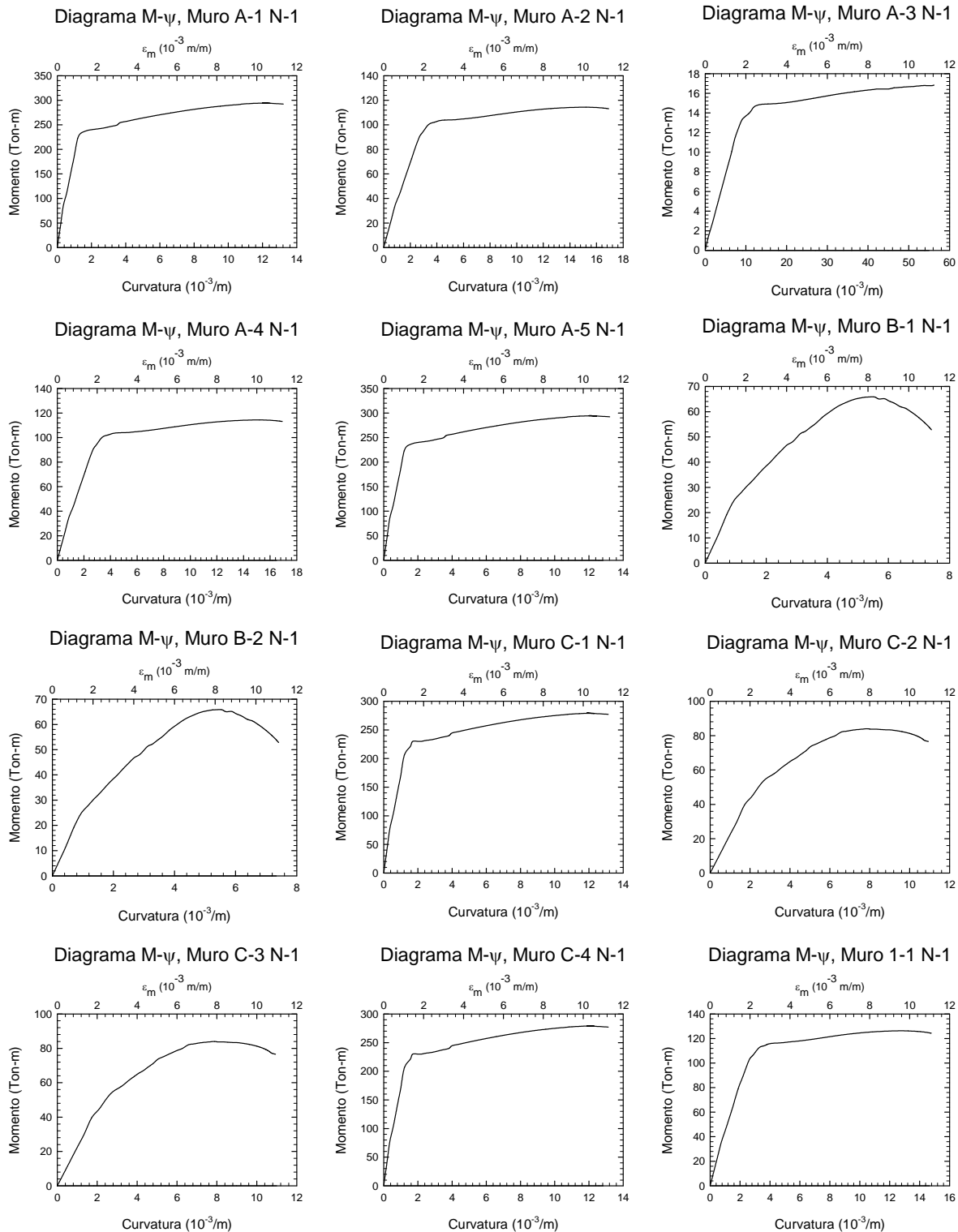


Figura B.17 - Diagramas Momento-Curvatura (1-12) de los muros del edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

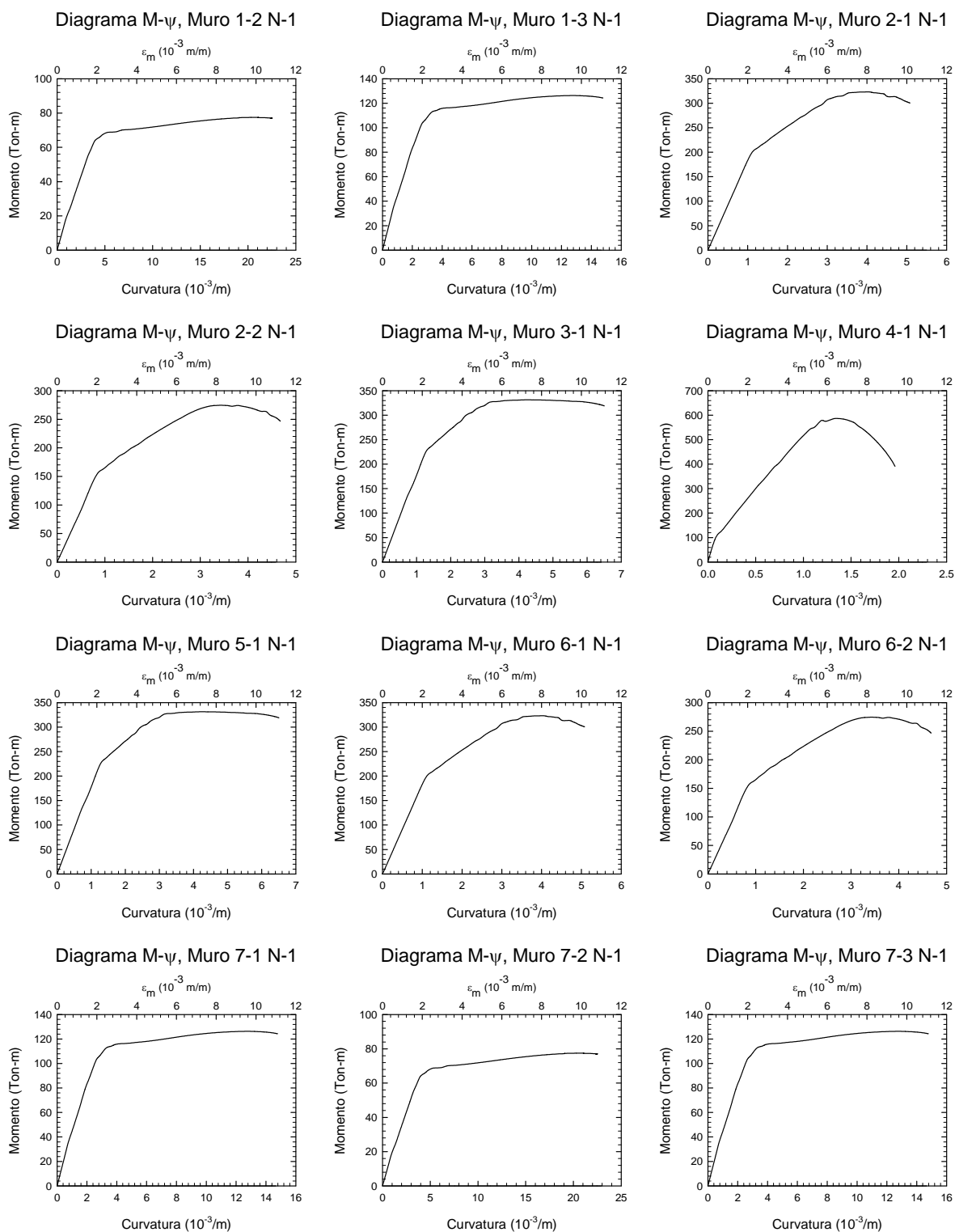


Figura B.18 - Diagramas Momento-Curvatura (13-24) de los muros del edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

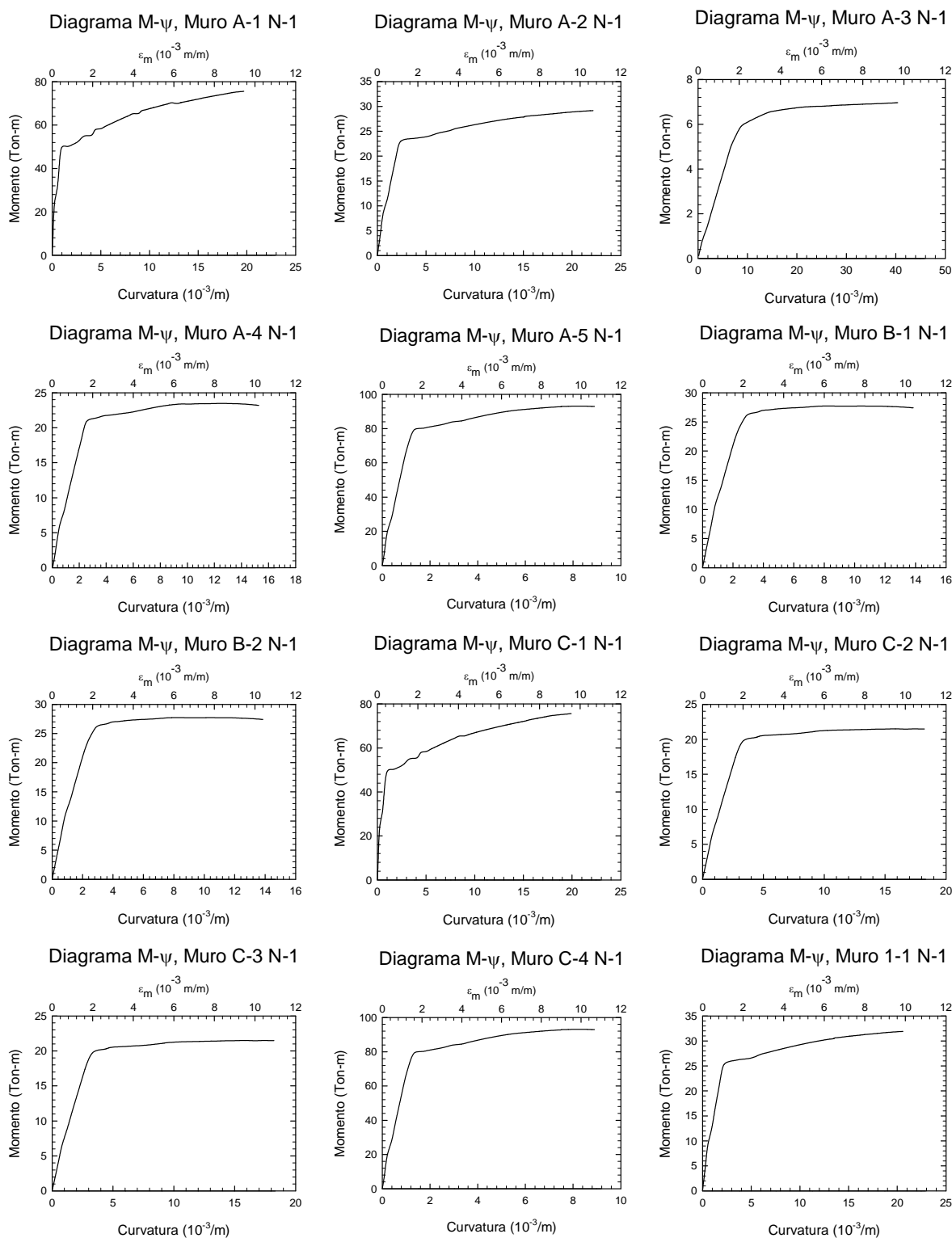


Figura B.19 – Diagramas Momento-Curvatura (1-12) de los muros del edificio de cuatro niveles diseñado con el método simplificado

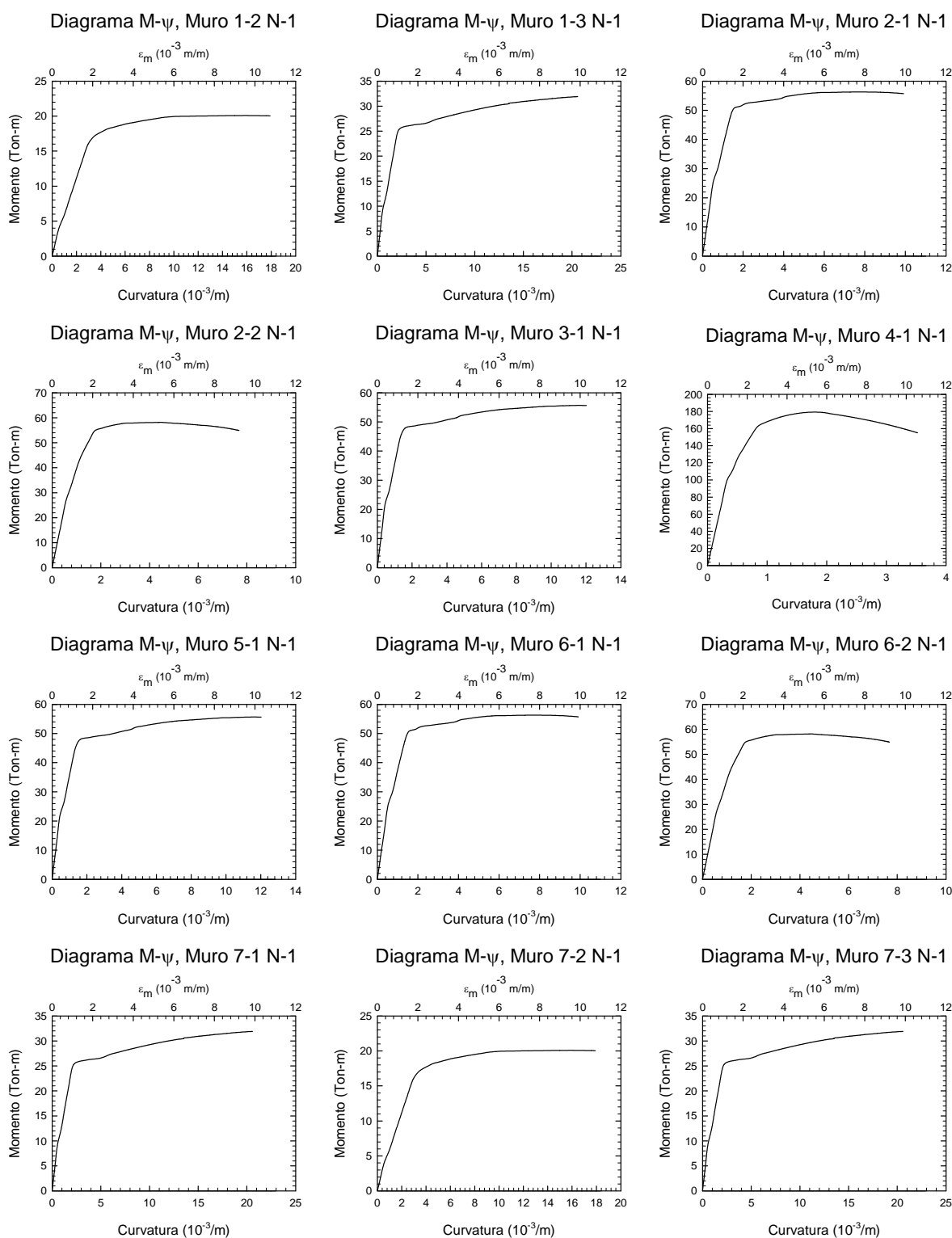


Figura B.20 – Diagramas Momento-Curvatura (13-24) de los muros del edificio de cuatro niveles diseñado con el método simplificado

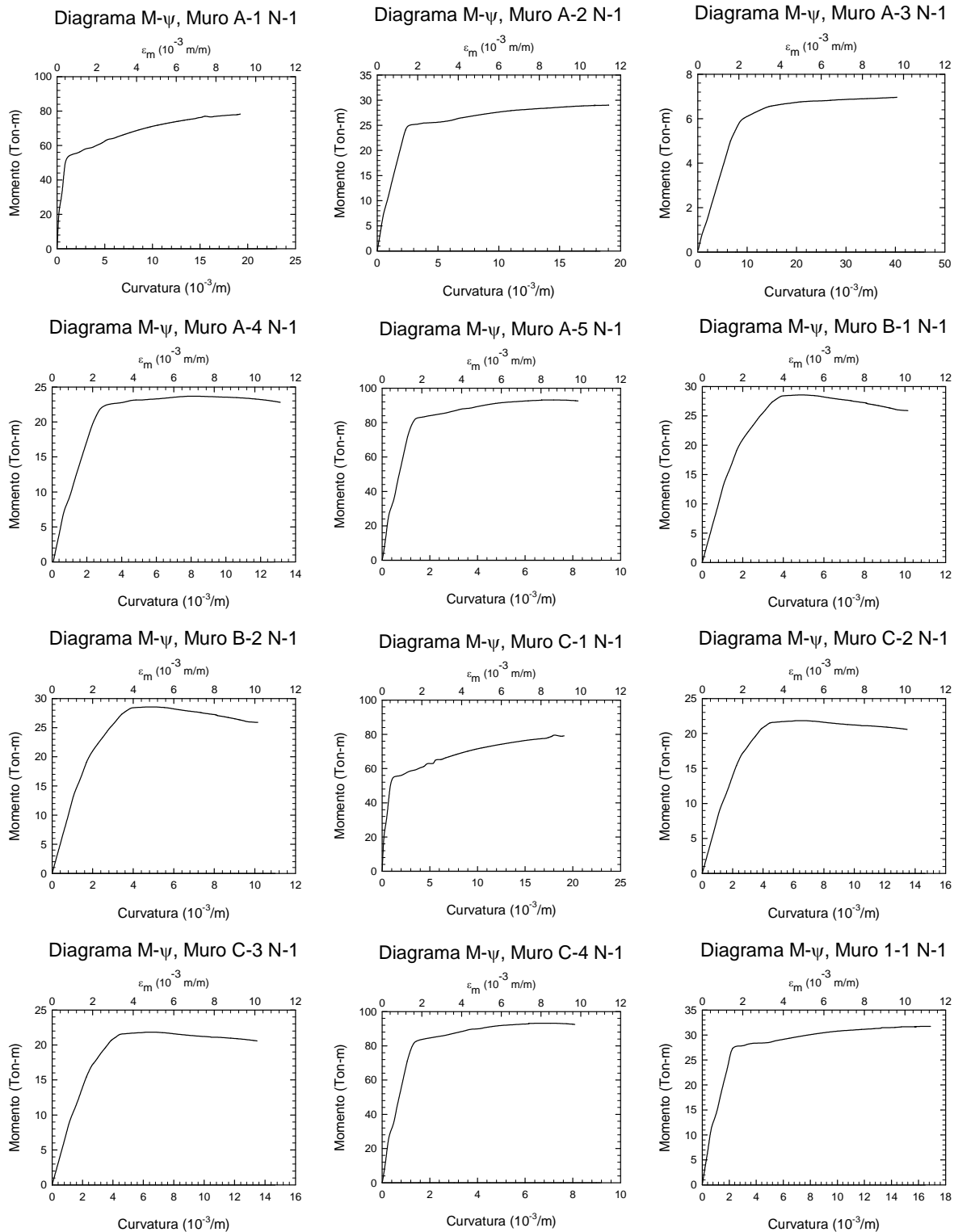


Figura B.21 – Diagramas Momento-Curvatura (1-12) de los muros del edificio de seis niveles diseñado con el método simplificado

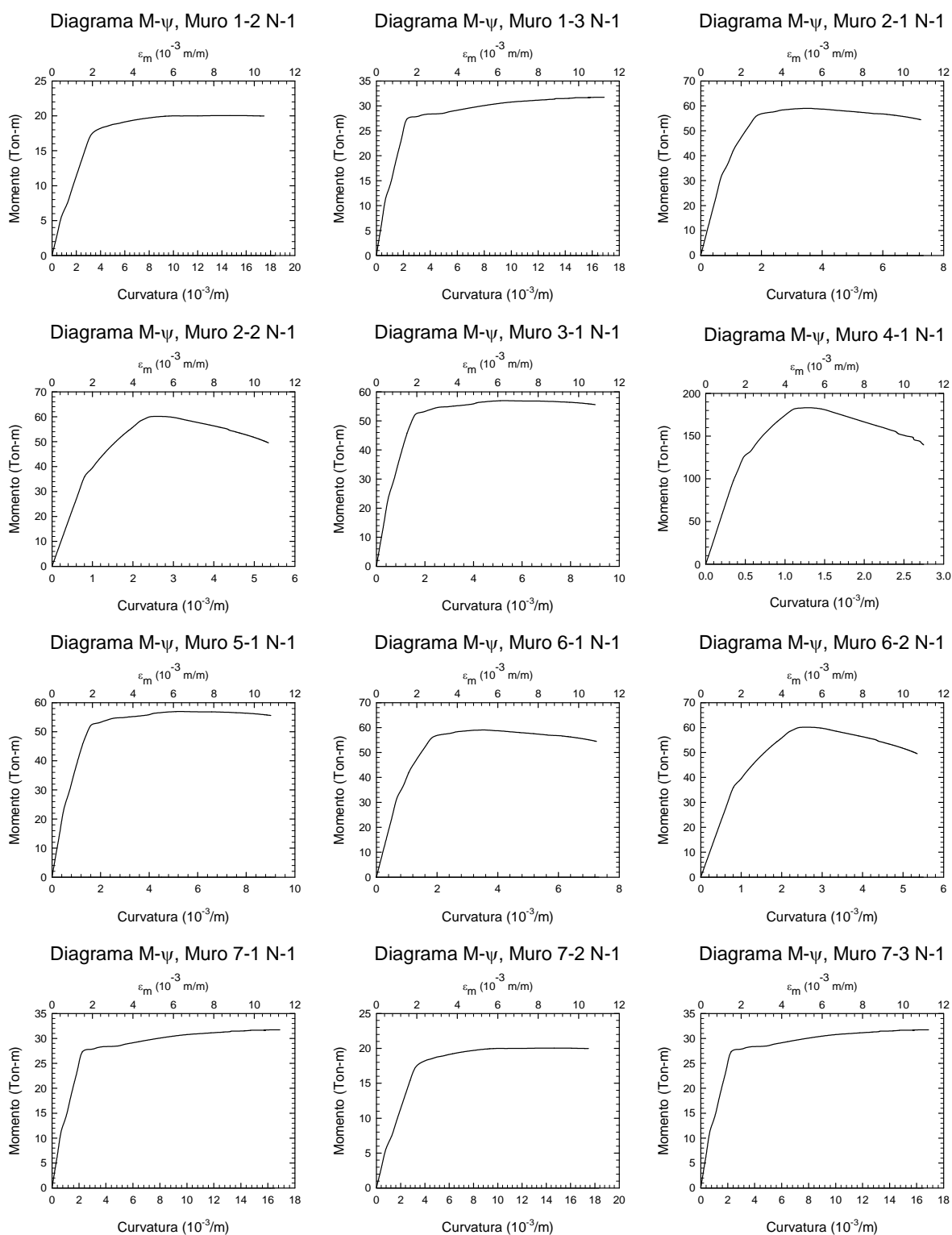


Figura B.22 – Diagramas Momento-Curvatura (13-24) de los muros del edificio de seis niveles diseñado con el método simplificado

APÉNDICE C

RESISTENCIAS A CORTE

En esta sección, se presentan los resultados del cálculo de las resistencias a corte de todos los muros de cada uno de los once edificios diseñados, utilizando los cinco modelos descritos en la sección 1.6.2 y las NTC-M (2004).

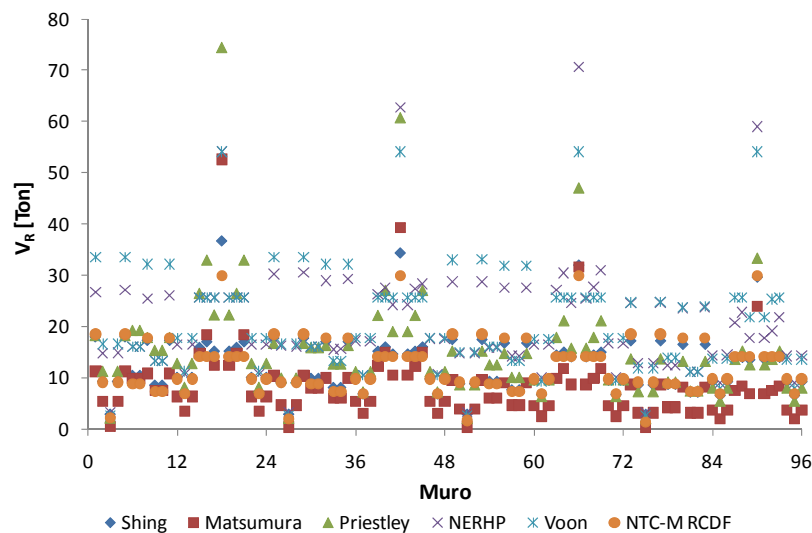


Figura C.1 - Resistencias a corte de los muros del edificio de cuatro niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

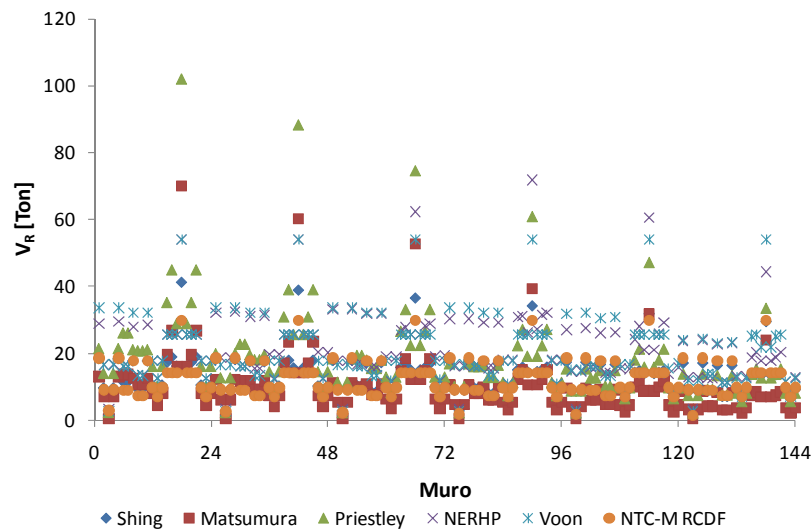


Figura C.2 - Resistencias a corte de los muros del edificio de seis niveles en la Zona de Lomas del Valle de México

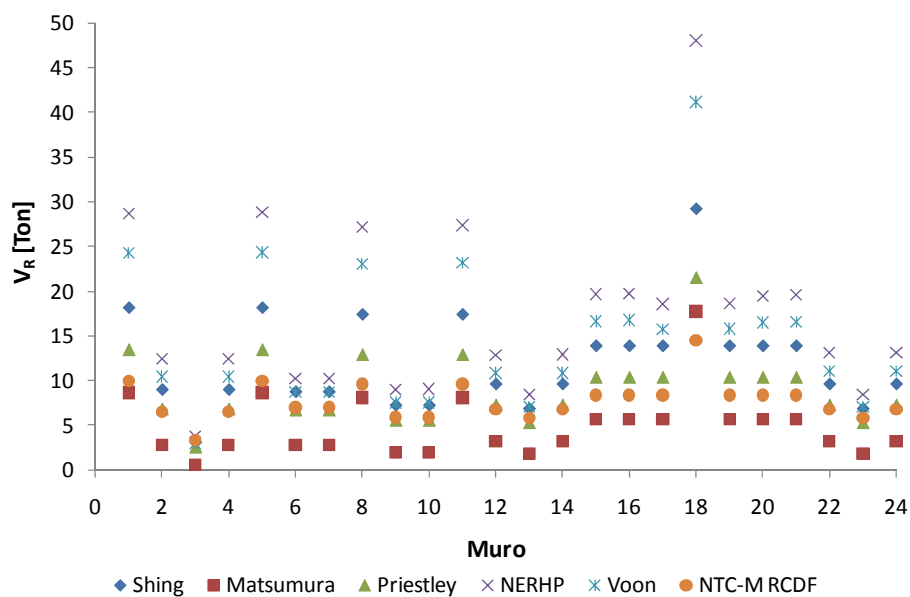


Figura C.3 - Resistencias a corte de los muros del edificio de un nivel en la Zona del Lago del Valle de México

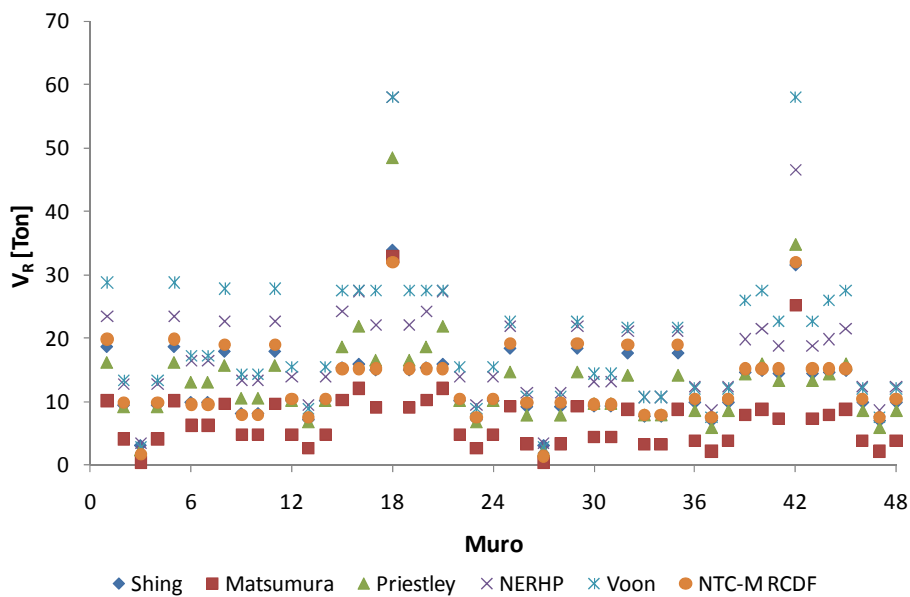


Figura C.4 - Resistencias a corte de los muros del edificio de dos niveles en la Zona del Lago del Valle de México

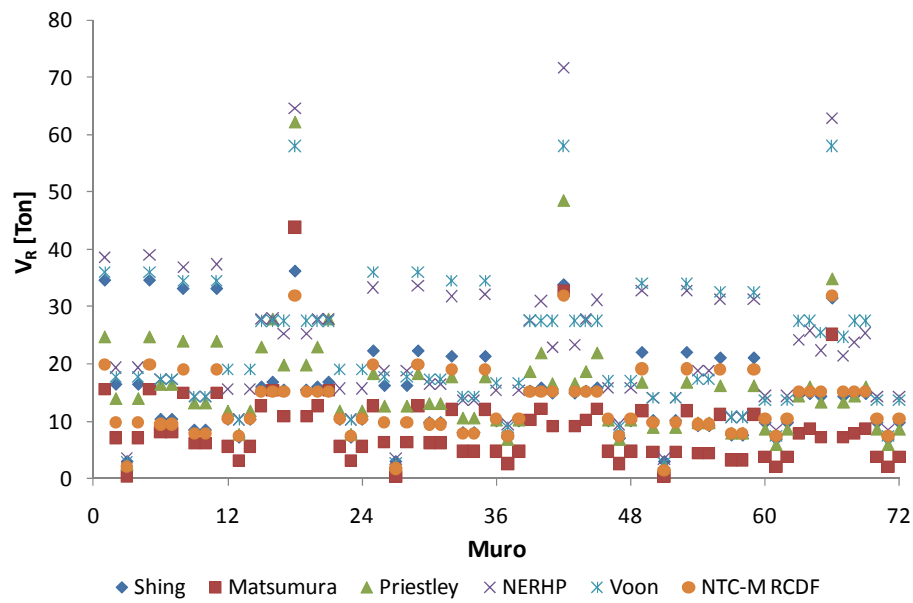


Figura C.5 - Resistencias a corte de los muros del edificio de tres niveles en la Zona del Lago del Valle de México

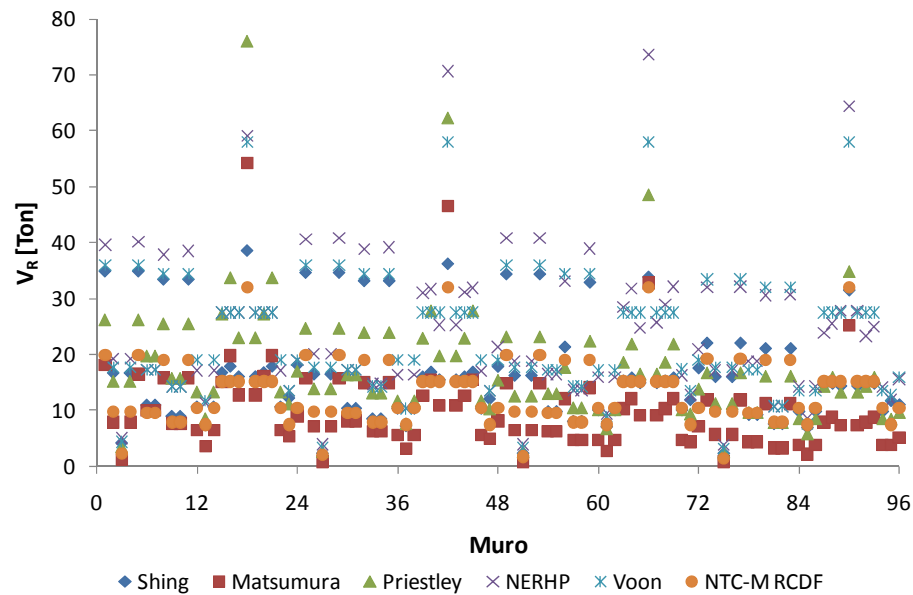


Figura C.6 - Resistencias a corte de los muros del edificio de cuatro niveles en la Zona del Lago del Valle de México

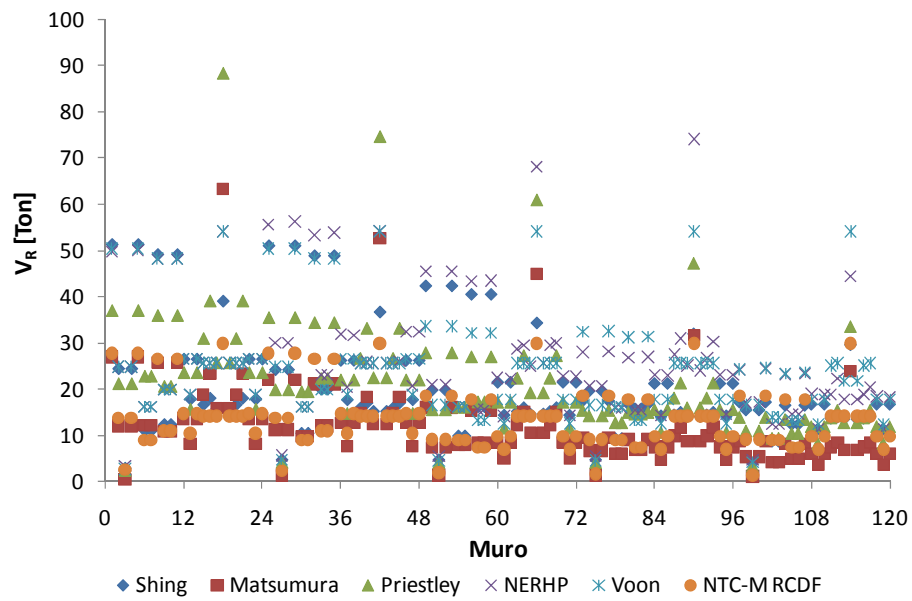


Figura C.7 - Resistencias a corte de los muros del edificio de cinco niveles en la Zona del Lago del Valle de México

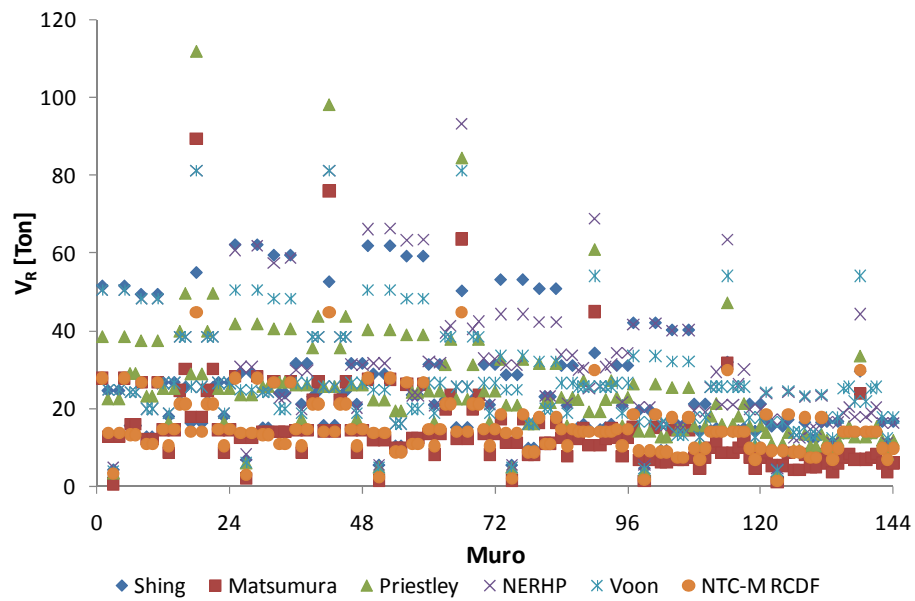


Figura C.8 - Resistencias a corte de los muros del edificio de seis niveles en la Zona del Lago del Valle de México

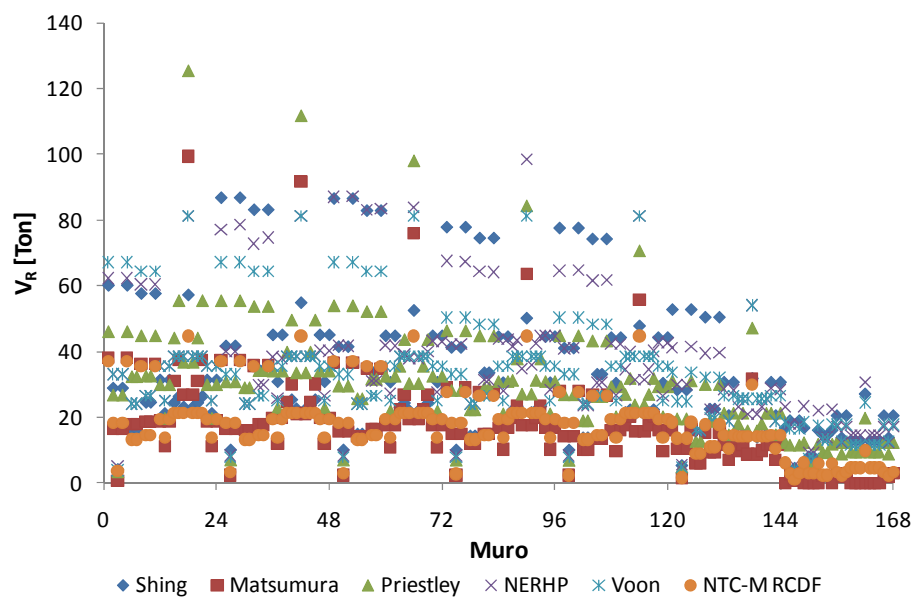


Figura C.9 - Resistencias a corte de los muros del edificio de siete niveles en la Zona del Lago del Valle de México

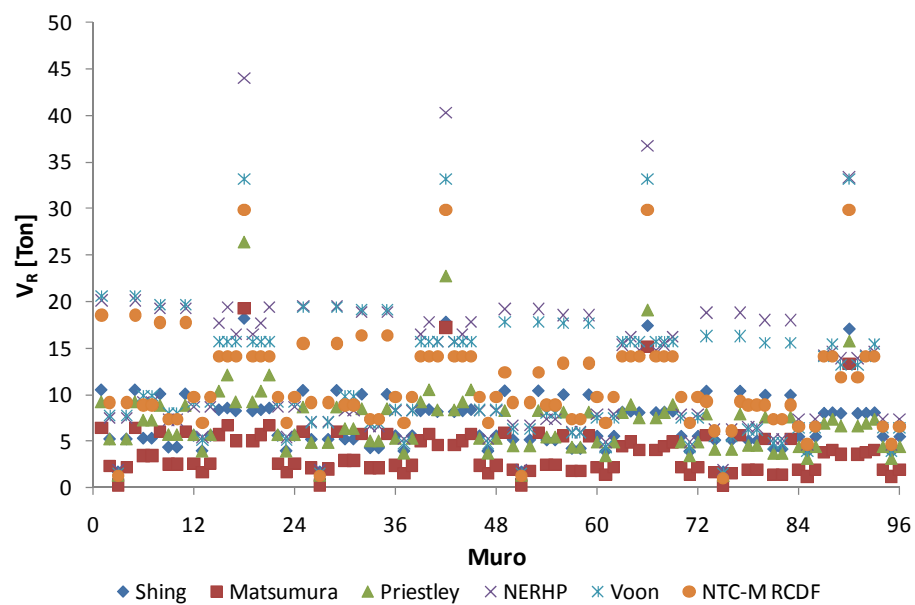


Figura C.10 - Resistencias a corte de los muros del edificio de cuatro niveles diseñado con el Método Simplificado

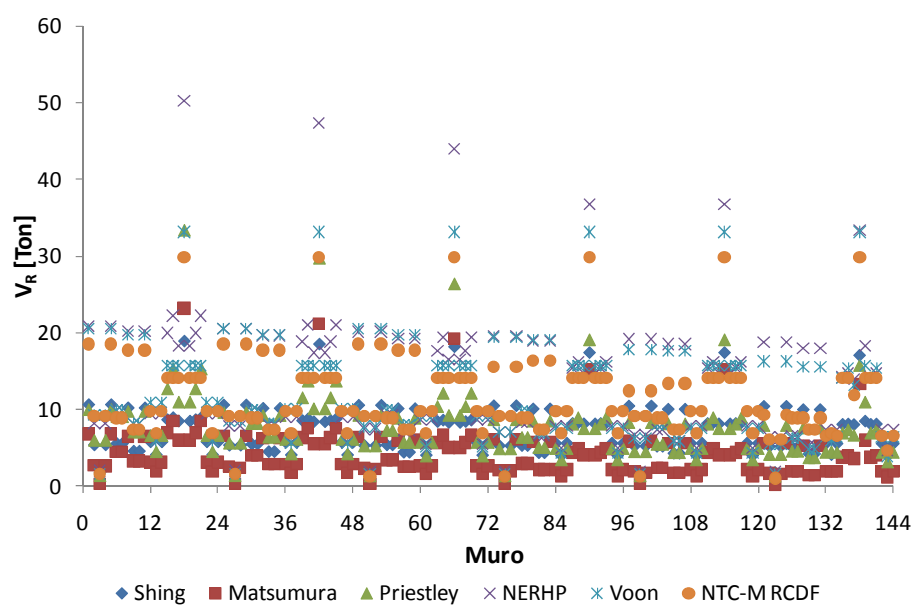


Figura C.11 - Resistencias a corte de los muros del edificio de seis niveles diseñado con el Método Simplificado

APÉNDICE D

DISTORSIONES ÚLTIMAS

En esta sección, se presentan las distorsiones promedio últimas alcanzadas por los modelos estudiados.

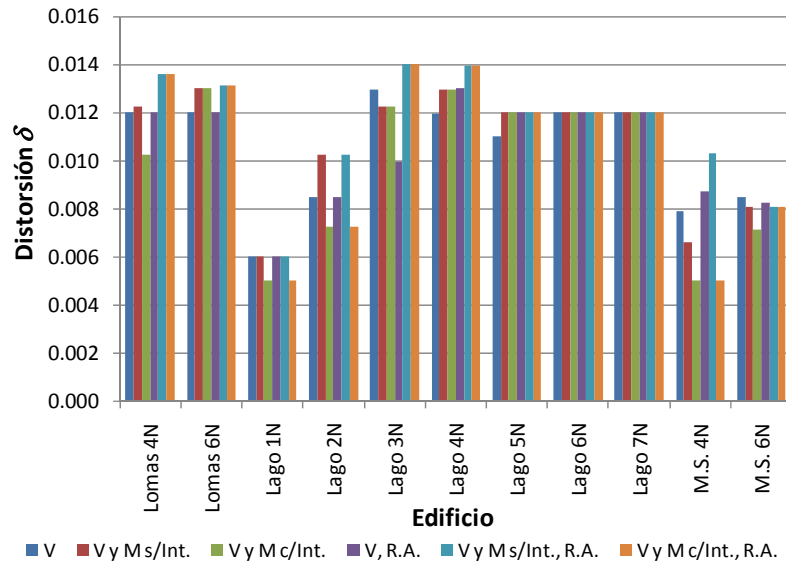


Figura D.1 - Comparación de distorsiones últimas por edificio en la dirección longitudinal

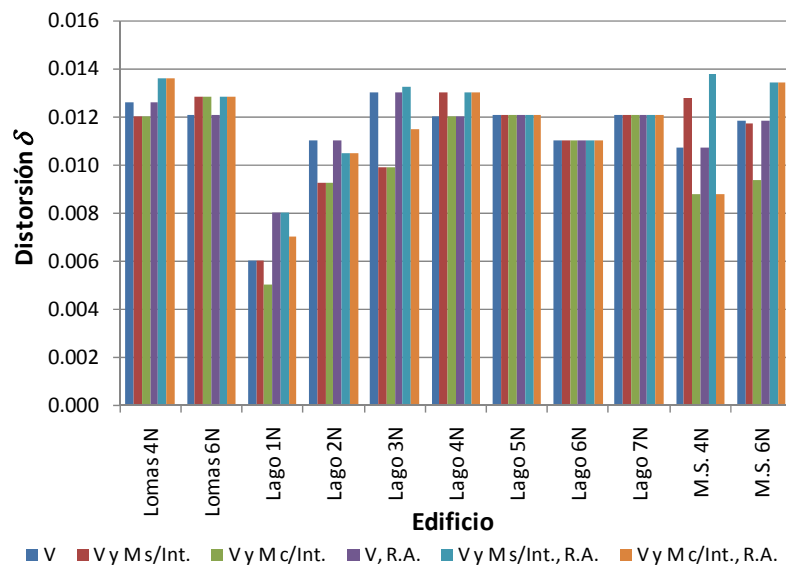


Figura D.2 - Comparación de distorsiones últimas por edificio en la dirección transversal

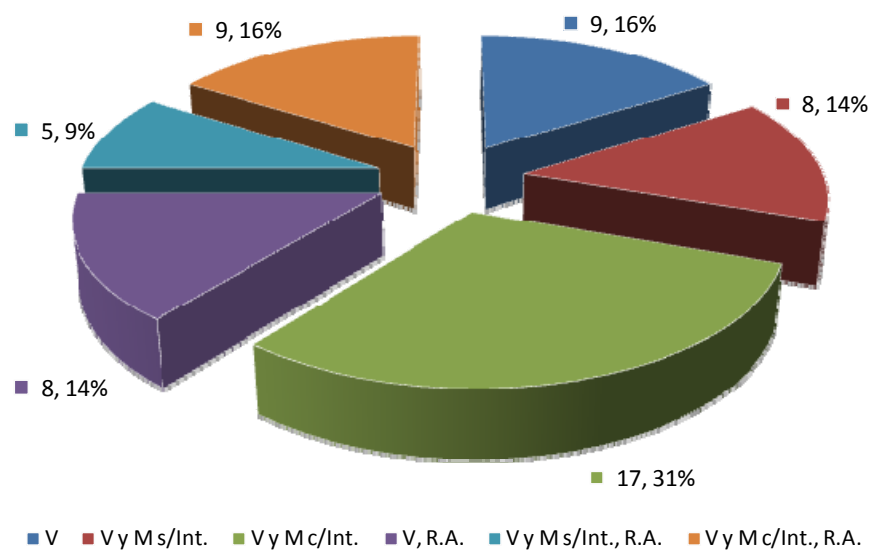


Figura D.3 - Comparación de la menor distorsión última arrojada por los modelos para describir la no linealidad a corte de la mampostería